

웹 기반의 실시간 원격강의를 위한 서버와 클라이언트간의 웹브라우저 동기화

이 점 숙[†] · 이 부 권^{††} · 서 영 건^{†††}

요 약

기존의 웹 기반의 원격강의 시스템들은 교수자와 학습자간의 동기화를 제공하기 위하여 넓은 대역폭을 요구하는 비디오 데이터를 주고받음으로 인해 원격강의 시스템의 효율을 오히려 저하시킬 수도 있다는 단점을 안고 있다. 본 논문에서는 이러한 기존 시스템들의 문제점을 새로운 시각에서 해결하려는 시도를 하였다. 즉 지역적으로 떨어져 있는 교수자와 학습자간에 동기화를 제공하기 위하여 비디오 데이터를 사용하는 대신, 소위 '서버와 클라이언트간의 웹브라우저 동기화'를 사용하여 교수자와 학습자 측 웹 페이지 내용을 동일하게 유지시켜줌으로써 실시간(real-time) 원격강의에 새로운 동기화 방법을 제공하고자 한다. 이 기법은 메시지 훅킹(Message Hooking) 함수들을 메모리 매핑과 함께 DLL(Dynamic Link Library)로 구현함으로써 실현 가능하다. 본 논문은 이 새로운 기법을 이용한 원격강의 시스템의 구성에 대해서는 간단히 살펴보고, 실제로 서버와 클라이언트간의 웹브라우저 동기화를 수행해 줄 서버 프로그램 LAS(Lecture Assistant Server)와 클라이언트 프로그램 LAC(Lecture Assistant Client)의 설계 및 구현에 연구 초점을 두고 있다.

The Synchronization of WWW Browsers between Server and Client on Web-based Real-time Remote Lecture

Jum-Sook Lee[†] · Bu-Kwon Lee^{††} · Yeon-Geon Seo^{†††}

ABSTRACT

A general web-based remote lecture system uses video data and audio data to provide synchronize between teacher and students. This system requires high bandwidth, high speed networking, television, compression and computing technologies between server and client for remote lecture over Internet. As a result, this system can decrease an efficiency for lecturing over current Internet. So, this paper proposes a new mechanism calling as 'Synchronization of WWW browsers between server and client' to cope with above problems and finally pursues low cost needed for real-time remote lecture over Internet. The mechanism means that every browser of teacher and students displays the same page and the action of teacher is transferred to the browser of student. And, this can be implemented by Windows hooking APIs, Memory Mapping, and DLL (Dynamic Link Library) programming technology. This paper points to the design and implementation of LAS (Lecture Assistant Server) and LAC (Lecture Assistant Client) to perform the synchronization between server and client.

1. 서 론

WWW(World Wide Web)은 전 세계적으로 단일한 통신망으로서 언제 어디서나 쉽게 접근할 수 있으며 여러 가지 서비스를 하나로 통합하여 사용할 수 있다는 장점 때문에 인터넷에서의 이용률이 급격히 증가하고 있다[1]. 이러한 변화는 교육분야에도 영향을 미쳐 웹을 원격강의의 새로운 기술로 주목하고 있다. 웹 기반의 원격 강의 환경에서는 지리적인 제한이 극소화되므로 공동작업이 더 쉽게 진행될

수 있으며 동기적/비동기적인 두 가지 방식으로 통신할 수 있다. 특히 인터넷 사용자라면 누구나 사용하고 있을 웹브라우저를 원격강의에 적용하게 되면 기존의 고가의 전용 원격강의 시스템을 도입해야 하는 문제점들을 다소 해결할 수 있다[2].

본 논문에서는 기존의 원격강의 시스템들이 가지는 문제점을 보완하기 위한 방법의 일환으로, 지역적으로 떨어져 있는 교수자와 학습자들이 서버/클라이언트 프로그램만 이용하여 동일한 강의 문서를 볼 수 있도록 하는 서버와 클라이언트간의 웹브라우저 동기화 기법을 제안하였다. 이 기법을 사용한 시스템은 교수자와 학습자간의 동기화를 위해 비디오를 사용하는 기존의 전용 시스템들에 비해 다소 현

† 준 회 원 : 경상대학교 교육대학원 컴퓨터교육전공

†† 정 회 원 : 경상대학교 컴퓨터과학과 교수

††† 종신회원 : 경상대학교 컴퓨터교육과 교수

논문접수 : 1999년 8월 31일, 심사완료 : 2000년 8월 8일

장점은 떨어질지라도, 현재의 인터넷 대역폭만으로 실시간(real-time) 공동작업(강의)을 실현할 수 있다는 장점을 가진다. 그리고 기존의 프리젠테이션 시스템을 이용한 웹브라우저 동기화 기법과 비교할 때 비용 면에서나 시스템 차원에서 서버와 클라이언트에 대한 오버헤드가 크게 줄어든다.

이상의 연구에 대한 본 논문의 구성은 다음과 같다.

2장에서는 본 논문의 연구 배경에 대해 간략히 살펴보고 3장에서는 서버와 클라이언트간의 웹브라우저 동기화를 수행해 줄 LAS와 LAC의 설계 및 구현을 위해 사용될 프로그래밍 메커니즘들 즉, 메시지 훅킹, DLL, 메모리 매핑에 관하여 살펴본다. 그리고 4장에서는 시스템의 구성에 대하여 간단히 설명한다. 이 논문의 주요 연구과제인 LAS와 LAC의 설계 및 구현에 대한 내용은 5장에서 상세히 다루어지며, 6장에서 본 논문의 결론을 내리고 앞으로의 연구과제를 제시하는 것으로 본 논문을 마친다.

2. 연구 배경

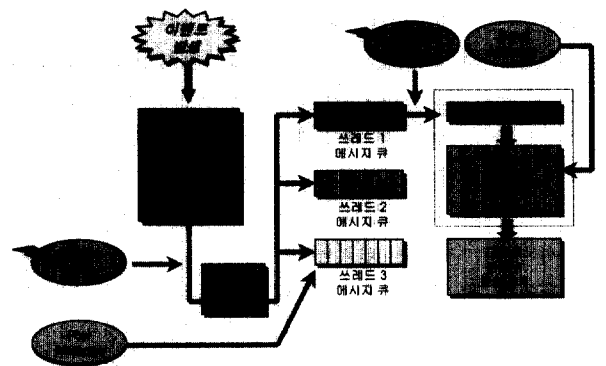
기존의 웹을 기반으로 한 원격강의 시스템은 단순히 하이퍼텍스트로 이루어진 강의교재나 멀티미디어 데이터를 웹서버에 공용 데이터베이스로 저장해 놓는 것이 대부분이었다[2]. 이러한 것은 네트워크를 통해 24시간 언제 어디서나 원격강의 프로그램을 제공받을 수 있다는 장점은 있지만, 교수자와 학습자들 사이에 상호 작용이 전혀 이루어지지 않아 공동작업은 불가능해진다. 또한 학습자들의 피드백도 전자 메일이나 BBS와 같은 제한된 방식을 이용하므로 효과적인 결과를 기대하기는 어렵다. 다른 예로 멀티미디어 화상회의를 이용한 원격강의 시스템이 있지만, 이것 역시 전용 시스템 도입의 필요성과 공간의 제약성이라는 큰 약점을 가지고 있으며, 게다가 교수자와 학습자간의 동기화를 위해 비디오 데이터를 주고받음으로써 비교적 큰 대역폭을 필요로 한다는 문제점을 안고 있다. 그밖에 고속의 네트워크 기술, 압축 및 복원 기술, 고성능 TV 기술 및 컴퓨터 처리 능력도 따라주어야 하므로 여러 가지 면에서 비용이 크게 든다. 그리고 웹 기반 원격강의에 프리젠테이션 시스템을 도입한 경우, 강의 전이나 강의 도중에 웹서버로부터 HTML 문서를 가져와서 슬라이드 단위로 분할하여, 그 슬라이드 셋(slide set)을 클라이언트에게 보내주어야 하고, 클라이언트 측에서는 그 슬라이드들을 받아 보관할 캐시를 확보해야 하는 부담을 안고 있다[3,4].

이에 본 논문에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위한 새로운 기법으로서, 전세계적으로 단일 통신망을 형성하고 있으며 언제 어디서나 접속이 가능한 웹서비스를 이용한 실시간 원격강의를 지원할 수 있는 소위 '서버와 클라이언트간의 웹브라우저 동기화'를 제안한다. 이것은 윈도우 시스템이 메시지 구동(Message-Driven) 방식이라는 것에 착

안하여 서버 측 웹브라우저에서 발생하는 모든 이벤트 메시지를 훅킹하여 처리하는 방법을 사용한다. 즉 서버 측 웹브라우저 윈도우에 발생하는 이벤트 메시지들을 훅킹하여 클라이언트 측에서 필요로 하는 요소로 가공한 후, 소켓을 통해 클라이언트에게 전송해 주면 클라이언트 측에서는 그것을 이용하여 자신의 웹브라우저에게 동일한 이벤트를 발생시킨다. 마치 학습자가 H/W 이벤트를 발생시킨 것처럼 학습자의 웹브라우저에서도 자동으로 교수의 웹브라우저에 발생하는 것과 동일한 이벤트가 발생하게 된다. 본 논문에서는 서버와 클라이언트간의 웹브라우저 동기화를 수행해 줄 서버 프로그램 LAS와 클라이언트 프로그램 LAC의 기능을 설계하고 구현하는 것에 연구의 초점을 두고 있다.

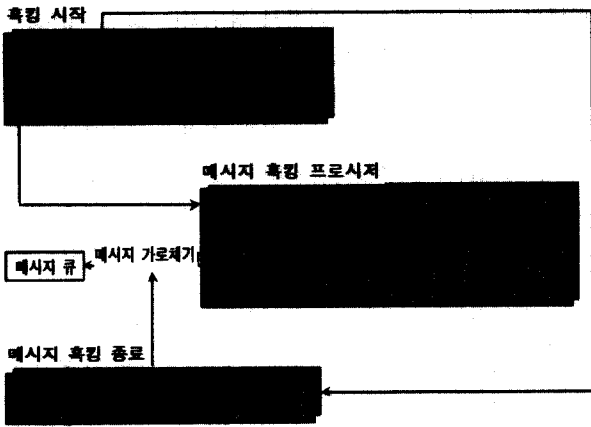
3. 관련 메커니즘

본 논문에서 제안하는 서버와 클라이언트간의 웹브라우저 동기화를 수행해 줄 서버 프로그램 LAS와 클라이언트 프로그램 LAC의 구현을 위해 사용하게 될 프로그래밍 메커니즘들을 간단히 소개한다. 서버 프로그램 LAS는 메인 프로그램과 동적 연결 라이브러리(DLL)로 구성되는데, 이때 DLL에서는 넷스케이프에서 발생하는 메시지를 가로채어 클라이언트가 요구하는 메시지 형태로 가공하는 역할을 담당하게 된다. 그리고 메인과 DLL 사이의 통신을 위해 메모리 매핑 기법을 사용한다. 윈도우 시스템이나 응용 프로그램에서 발생하는 모든 메시지를 가로채는 것을 메시지 훅킹(message hooking)이라고 한다. (그림 1)은 윈도우 시스템 내에서 메시지를 가로챌 수 있는 위치와 훅킹의 종류를 보여 주고 있다.



(그림 1) 메시지 훅킹의 위치

윈도우 시스템은 하나의 모듈(응용 프로그램이나 DLL)이 시스템이나 다른 응용 프로그램으로 가는 메시지를 가로챌 수 있도록 하는 매우 강력한 훅킹 함수들을 제공한다. (그림 2)는 메시지 훅킹의 기본 방법을 도식화한 것이다.



(그림 2) 메시지 큐잉의 기본 방법

본 논문에서는 웹브라우저에 발생하는 메시지를 가로채기 위하여 DLL을 이용하고 DLL과 메인 프로그램간의 통신을 위하여 메모리 매핑이라는 특수한 기술을 사용한다. 즉 메인 프로그램에서는 큐잉을 위한 함수들을 호출하기만 하고 DLL에서 실제로 큐잉을 수행하여 그 처리 결과를 메모리 맵 파일에 기록해 두면 메인 프로그램에서 그것을 읽어오는 방법을 사용하는 것이다. 어플리케이션에서 직접 큐잉을 수행하지 않고 DLL을 이용하는 이유는 어플리케이션 내부에 하나의 큐잉 함수가 설정되고 이 큐잉 함수에서 메시지를 처리하고 있을 때 또 하나의 큐잉 함수를 설정하고 이곳에서 또 다른 형태의 내용을 수정한다면 문제가 발생할 수도 있기 때문이다.

4. 시스템 구성

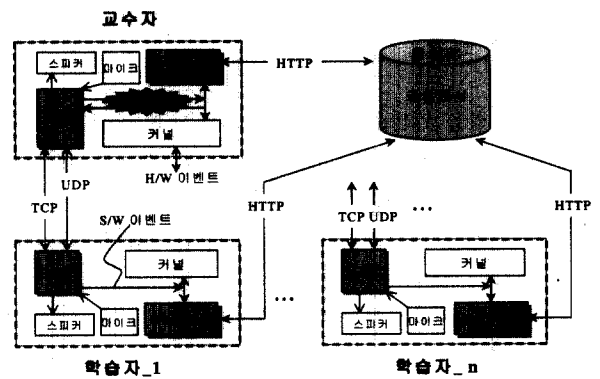
4.1 시스템 요구사항

본 논문에서 제안하는 실시간 원격강의 시스템은 비교적 단순한 구조를 갖는다. 우선 강의에 참여할 교수자와 학습자들은 각자의 연구실, 강의실 혹은 가정에서 인터넷 접속이 가능한 멀티미디어 컴퓨터를 갖추고 있어야 하며, 기본적으로 Windows 98 환경에서 무리 없이 수행되는 웹브라우저 프로그램이 설치되어 있어야 한다. 원격강의에 참여하는 교수자와 학습자들이 웹 상의 문서들을 전혀 무리 없이 가져와 볼 수 있는 대역폭을 지원 받고 HTTP 프로토콜을 사용하여 웹 페이지를 가져오는데 거의 오류가 없어야 한다. 일단 강의가 시작되면 다른 학습자들은 강의에 참여할 수 없는 것으로 하며, 교수자와 학습자들의 화면 해상도를 1024 x 768 픽셀로 제한하고 Netscape Communicator 4.5를 웹브라우저로 사용한다. 강의는 전적으로 교수자의 입력 동작(Input Action)과 음성에 의해 진행되고 학습자들은 마우스나 키보드와 같은 입력 장치를 조작할 수 없으며 단지 음성으로만 강의 내용에 대한 동의나 질문을 할 수 있다. 물론 음성 통신은 UDP 프로토콜을 이용하여 이미 가능한

것으로 보고 본 논문에서는 원격강의에 있어서 가장 중요하다고 볼 수 있는 강의 문서를 보여 주기 위한 웹브라우저의 동기화의 설계 및 구현에 초점을 둔다. 그리고 교수자와 학습자들의 웹브라우저간에 동기화를 수행해 줄 프로그램 LAS와 LAC가 각각 설치되어 있어야 한다. LAS는 강의 시간 내내 교수자 측 웹브라우저에서 발생하는 이벤트 메시지를 캡처(capture)하여 네트워크를 통해 학습자 측 클라이언트에게 전송해 주는 일을 담당하는 서버 프로그램이다. 그리고 LAC는 학습자가 원격강의에서 참여하기 위해 서버에 접속할 수 있도록 하고, 서버로부터 받은 이벤트 메시지를 웹브라우저에 발생시키는 일을 담당하는 클라이언트 프로그램이다.

4.2 시스템의 구조 및 수행

다음 (그림 3)은 시스템의 전체적 구성을 보여주고 있다.



(그림 3) 시스템의 전체 구조

본 논문의 원격강의 시스템을 수행시키려면 우선 교수자는 자신의 홈페이지 게시판에 공고한 강의 시간보다 10분 정도 빨리 LAS를 실행시켜 놓고 학습자들의 접속을 기다린다. 그 동안 교수자는 웹브라우저를 실행시켜 놓고, 강의 시작 시간이 되면 연결된 학습자들에게 강의 시작을 알린다. 학습자들은 적어도 강의 시작 3분전까지는 LAS에 접속을 완료하고 웹브라우저를 실행시켜 놓고 강의 시작을 기다려야 한다. LAS와 LAC간의 연결이 완료되고 웹브라우저 설정이 다 끝나면 그 다음부터는 교수자와 학습자들은 동일한 웹 페이지를 유지하면서 음성을 통해서 강의를 진행하게 된다. 이 논문에서의 주요 논제는 서버와 클라이언트간의 웹 페이지를 동기화시켜 주는 일이다.

5. LAS와 LAC의 설계 및 구현

5.1 설계 및 구현 환경

서버와 클라이언트간의 웹브라우저 동기화를 수행해 줄 LAS와 LAC는 인터넷에 연결되어 있는 펜티엄급 이상의 컴퓨터이면 어디에서나 무리없이 실행 가능한 프로그램이

다. Windows 98 환경에서 Visual C++ 6.0 MFC(Microsoft Foundation Class)를 툴로 사용하여 메시지 폭킹, 동적 연결 라이브러리, 메모리 매핑과 간단한 소켓 프로그래밍 기법(Socket Programming Technology)을 사용해서 구현하고, 기본 웹브라우저로는 넷스케이프 4.5를 사용하였다. LAS와 LAC에서 사용한 소켓들은 C Socket 클래스로부터 상속받은 범용 소켓 C ServerSocket과 C DataSocket을 만들어서 사용하였다. 즉 서버와 클라이언트는 소켓을 통해 연결되고, 그들간의 메시지는 TCP 프로토콜을 사용하여 전송된다.

5.2 LAS와 LAC의 기능 설계

지역적으로 멀리 떨어져 있는 교수자와 학습자들이 통신망을 통해 공동 작업(강의)을 수행하는데 있어서 LAS와 LAC는 항상 최상위 윈도우로 수행 중에 있으면서 다음과 같은 주요 기능들을 수행하게 된다.

[LAS의 기능 설계]

- 클라이언트(LACs)로부터의 연결을 받기 위한 소켓 생성
- 웹브라우저에 발생하는 이벤트 메시지 캡처
- LACs에게 폭킹한 메시지 송신
- 경우에 따라서 브라우저에게 메시지 전송

[LAC의 기능 설계]

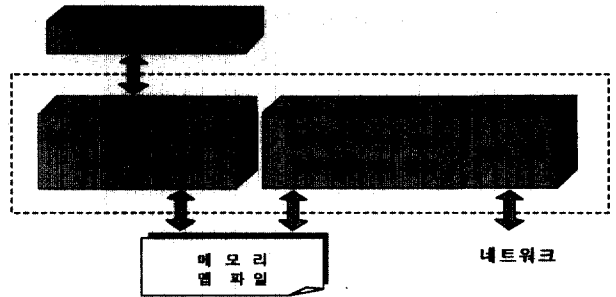
- 서버(LAS)에 접속하기 위한 소켓 생성
 - LAS로부터 전송되는 메시지 수신
 - 서버에서 받은 메시지를 이용하여 웹브라우저에 같은 이벤트 발생시킴
 - 경우에 따라서 LAS에게 재반 메시지 송신
- (예 : 중간 탈퇴 메시지 전송)

LAS와 LAC가 수행해야 할 기능들 중 본 논문의 초점은 웹브라우저에서 발생하는 이벤트 메시지를 캡처(capture)하는 기능과 서버에서 받은 메시지를 이용하여 웹브라우저에 같은 이벤트를 발생시키는 기능을 구현하는데 있다. 웹브라우저에서 발생하는 메시지를 캡처하는 것은 앞장의 개발 메커니즘 편에서 소개했던 메시지 폭킹 기법을 사용한다.

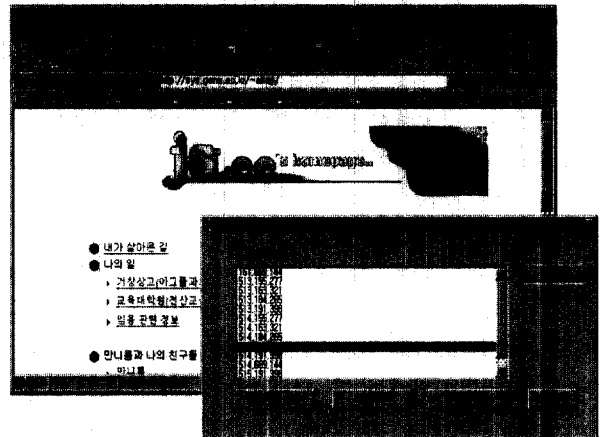
5.3 LAS와 LAC의 구현

서버 프로그램은 다이얼로그 기반의 LAS라는 어플리케이션 프로그램과 HookDll이라고 하는 동적 연결 라이브러리로 구성된다. (그림 4)는 메인 프로그램 LAS와 HookDll로 구성되어 있는 서버 측 모듈들의 구조를 도식화한 것이다.

LAS의 주요 기능인 웹브라우저에 발생하는 메시지 폭킹 부분을 자세히 보면 다음과 같다. 우선 서버 인터페이스 LAS를 실행시켰을 때의 모습을 보면 (그림 5)와 같다.

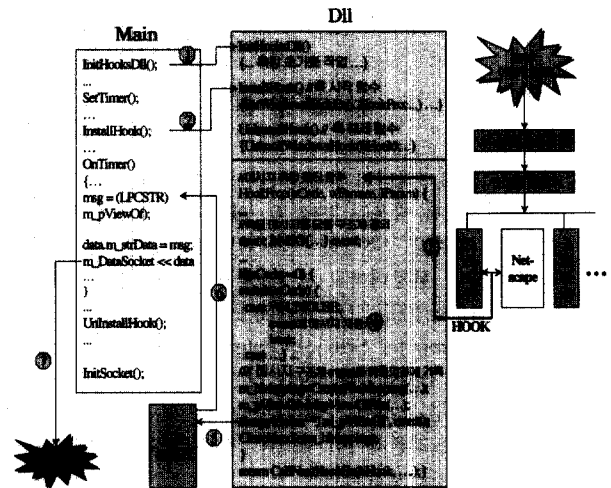


(그림 4) 서버 모듈 구조



(그림 5) LAS의 실행

다음 (그림 6)은 서버 프로그램을 구성하는 모듈들간의 상호 연동관계를 도식화한 것이다.



(그림 6) 서버 측 모듈들의 상호 연동관계

클라이언트 프로그램의 구현은 서버 프로그램에 비해 비교적 단순하다. LAC 역시 다이얼로그 형태의 어플리케이션으로 구현된다. 클라이언트의 주된 기능은 서버로부터 보내진 메시지가 만약 소켓의 수신 버퍼 내에 존재한다면 그것을 이용하여 학습자 측 넷스케이프 윈도우에 같은 이벤트를

를 발생시키는 것이다. 그러므로 LAC에게는 서버에 접속해서 데이터를 주고받기 위한 데이터 소켓 하나만 있으면 된다. LAC에서도 LAS와 마찬가지로 다이얼로그 클래스 CLACDlg에서 통신을 담당하되 해당 함수만 호출하고 실제적인 기능은 CDataSocket 클래스에서 수행한다.

6. 결 론

본 논문에서는 기존의 원격강의 시스템들이 가지는 문제점을 보완하기 위한 방법의 일환으로, 지역적으로 떨어져 있는 교수자와 학습자들이 서버/클라이언트 프로그램만 이용하여 동일한 강의 문서를 볼 수 있도록 하는 서버와 클라이언트간의 웹브라우저 동기화 기법을 제안하였다. 이 기법을 사용한 시스템은 교수자와 학습자간의 동기화를 위해 비디오를 사용하는 기존의 전용 시스템들에 비해 다소 현장감은 떨어질지라도, 현재의 인터넷 대역폭만으로 실시간(real-time) 공동작업(강의)을 실현할 수 있다는 장점을 가진다. 그리고 기존의 프리젠테이션 시스템을 이용한 웹브라우저 동기화 기법과 비교할 때 비용 면에서나 시스템 차원에서 서버와 클라이언트에 대한 오버헤드가 줄어들었다고 본다. 앞으로 보완해야 할 점은 현재 구현한 호킹의 범위(scope)를 확장하여 넷스케이프에서 발생하는 모든 이벤트 메시지를 캡처할 수 있도록 하는 것이다. 그리고 설계에 앞서 제한하였던 다양한 해상도 적용 문제와 강의 중간에 들어오는 학습자들에 대한 서비스 문제 등이 남아 있다. 이러한 문제를 보완하고 실시간 서비스 외에 비 실시간 서비스까지도 지원한다면, 현재 인터넷 환경에 적응적인(adaptive) 원격강의 시스템 개발에 도움이 될 수 있을 것으로 본다.

참 고 문 헌

[1] 서영건, 1999, "멀티미디어 통신", 인솔미디어.
 [2] 이명숙, 정의현, 박용진, 1998.10, "웹 기반의 실시간 원격강의 시스템의 설계 및 구현", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집 Vol.25, No.2, 한양대학교 전자공학과 네트워크 컴퓨팅 연구실
 [3] Peter. Parnes, 1997, "The mWeb Presentation Framework," Dept. of Computer Science/Center for Distance-spanning Technology, Lulea University of Technology, Sweden
 [4] 권지영, 장도인, 조동섭, "가상대학을 위한 웹 기반의 자동 생성 멀티미디어 프리젠테이션 시스템", 정보과학회, 제26권 제1호, 이화여자대학교 컴퓨터학과.
 [5] WebCT Homepage <http://homebrew.cs.ubc.ca/webct>
 [6] Lawhead, P. B., Alpert, E., Bland, C. G., Carswell, L., Cizmar, D., DeWitt, J., Dumitru, M., Fahraeus, E.R., and Scott, K., 1997, "The Web and distance learning: what ios appropriate and what is not," SIGSE/SIGCUE ITICSE '97.
 [7] 문지용, 박한규, 최수용, 윤남균, 구용완, 1999.4, "원격교육을 위한 확장 가능한 VOD 서버에 관한 연구", 정보과학회, 제26권 1호, 수원대학교 전자계산학과.

[8] 김성호, 이근왕, 정문렬, 오해석, "웹을 이용한 원격 강의 시스템의 구현", 숭실대학교 정보과학대학 멀티미디어연구실 <http://www.multimedia.or.kr/newtech/paper1/webcuhun/webcuhun.htm>.
 [9] <http://www.cs.odu.edu/~tele/iri/1996>, "IRI(Interactive Remote Instruction)," Old Dominion University, Dept. of Computer Science, Old Dominion Univ. Res. Foundation,
 [10] Dr. A. W. Bates, 1995. Nov., "Distance Education and Technology, Continuing Studies," The University of British Columbia, Canada,
 [11] Esposito. Dino, 1997 "Gone fishin' : Hooking the Internet Explorer 4.0 Object Model," Microsoft Interactive Developer, Dec.
 [12] Davis, J. Z., Maly, K., and Zubair, M. 1997, "A Coordinated Browsing System," NCSTRL as TR_97_29, Dept. of Comp. Sci., Old Dominion University.
 [13] Russell J. Clark, Mostafa H. Ammar, 1995, "Providing Scalable Web Service Using Multicast Delivery," College of Computing, Georgia Institute of Technology, Atlanta.
 [14] 이점숙, 서영건, 1999.4, "웹 기반의 실시간 원격강의를 위한 서버와 클라이언트간의 Action 동기화 기법", 정보과학회, 제26권 제1호.



이 점 숙

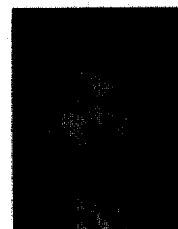
e-mail : alleya@hanmail.net
 1997년 경상대학교 컴퓨터과학과 학사
 1999년 경상대학교 교육대학원 컴퓨터교육 전공 석사
 관심분야 : 원격 교육



이 부 권

e-mail : bklee@nongae.gsnu.ac.kr
 1972년 경상대학교 농경제학과 학사
 1978년 미시건주립대학 대학원 시스템공학 전공 석사
 2001년 경남대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사

1980년~현재 경상대학교 컴퓨터과학과 교수
 관심분야 : 시뮬레이션, 멀티미디어



서 영 건

e-mail : young@nongae.gsnu.ac.kr
 1987년 경상대학교 전산통계학과 학사
 1989년 숭실대학교 대학원 전자계산학과 석사
 1997년 숭실대학교 대학원 전자계산학과 박사

1989년~1992년 삼보컴퓨터 근무
 1997년~현재 경상대학교 컴퓨터교육과 조교수
 관심분야 : 멀티미디어통신, 원격 교육, 영상인식