

# QoS보장형 스트리밍 서비스를 위한 분산 원격강의 콘텐츠에 대한 연구

최 용 준<sup>†</sup> · 구 자 효<sup>††</sup> · 임 인 택<sup>†††</sup> · 최 병 도<sup>†</sup> · 김 종 근<sup>††††</sup>

## 요 약

멀티미디어 원격강의 콘텐츠를 학습자에게 전달하는 효율은 저작방식에 의해 달라질 수 있다. 영상녹화장치를 사용하여 동영상으로 녹화된 강의는 미디어 서버를 이용하여 스트리밍 방식으로 전송하며, 원격강의 저작도구를 사용하여 저작된 강의는 콘텐츠 파일을 학습자가 다운로드하여 재생하게 된다. 최근에는 플래시 등의 기술을 이용하여 수작업으로 저작한 콘텐츠의 서비스 방식도 늘어나고 있다. 본 논문에서는 미디어 동기화 기법으로 저작된 원격강의 콘텐츠를 재생 시간별로 블록화 하여 인터넷의 여러 서버에 분산배치하고, 이를 학습자 시스템에서 스트리밍 형태로 수집하고 재생하는 시스템을 제안하고 구현한다. 제안한 시스템은 다운로드를 기반으로 한 스트리밍 시스템으로, 일반적인 동영상 스트리밍 방식과는 달리 콘텐츠 자체의 QoS를 보장할 수 있으며, 콘텐츠의 자료를 최신의 것으로 보완하는데 필요한 노력을 줄일 수 있다. 또한, 각 콘텐츠 블록별로 별도로 저작과 관리가 이루어지는 특성으로 인하여 전자게시판과 같은 동적 웹페이지를 콘텐츠 내에 포함시키는 복합 콘텐츠를 쉽게 구성할 수 있다.

## A Study On Distributed Remote Lecture Contents for QoS Guarantee Streaming Service

Yongjun Choi<sup>†</sup> · Jahyo Ku<sup>††</sup> · Intaek Leem<sup>†††</sup>  
Byungdo Choi<sup>†</sup> · Chonggun Kim<sup>††††</sup>

## ABSTRACT

Delivery efficiency of e-learning media can be influenced by authoring processes. Generally, a moving picture recorded by video camera can be delivered to student by multimedia streaming service, using media server technology. A e-learning media authored by lecture authoring tool is played in a student application by download-based delivery system. Recently, some animation know-how are applied to author e-learning media by hand-operation. In this paper, we suggest a client-based streaming service for the e-learning media consists of media files and integration data. The lecture of e-learning media may be divided into some time-based small blocks. Each blocks can be located distributed site. The student system gather those blocks by download-scheduling. This is a valid method for QoS guarantee streaming services. In addition to our study, lecturers can author composite e-learning media includes media files and dynamic web pages simply. The distributed e-learning media files of our study is managed by multi-author and updated rapidly.

**키워드 :** 원격교육(Distance), 사이버강의(Education, E-learning), 멀티미디어(Multimedia), 스트리밍(Streaming)

### 1. 서 론

원격교육은 시간과 공간이 서로 다른 자유로운 상태에서, 교수자와 학습자간에 다양한 통신수단을 이용해 교수-학습이 이루어지는 것을 말한다[1]. 이러한 원격교육은 발전된 컴퓨터 기술과 인터넷 환경에서 구현되는 가상공간을 바탕

으로 하여 교육자와 피교육자간의 상호 참여를 통한 원격교육의 환경을 제공하여 통합 멀티미디어 상호 참여형 원격교육의 형태로 발전되고 있다[2,3]. 이러한 원격교육은 교수자의 강의를 학습자에게 전달하고 학습자들의 피드백을 교수자에게 전달하는 메커니즘을 기본으로 하여 구성된다. 학습자들의 피드백은 전자게시판과 전자우편을 이용하여 원활하게 이루어지고 있지만, 교수자의 강의를 학습자에게 전달하는 방식은 오프라인 환경의 강의를 단순히 저장하여 학습자에게 전달하는 형태로 이루어지고 있다. 즉, 교수자의 강의를 영상녹화장치를 사용하거나 원격강의 저

† 준 회 원 : 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과  
†† 준 회 원 : 영남대학교 대학원 정보통신공학과  
††† 정 회 원 : 대구미래대학 게임과 교수  
†††† 정 회 원 : 영남대학교 전자정보공학부 교수  
논문접수 : 2002년 9월 26일, 심사완료 : 2002년 11월 4일

작도구를 사용하여 교수자의 강의를 녹화하며, 녹화된 강의를 학습자에게 전달하여 그대로 재생하도록 한다. 이러한 방식은 강의의 유지보수와 지속적인 보완에 도움을 주지 못하며, 학습자로 하여금 일방적인 방송을 시청하게 하는 결과를 낳고 있다. 또한 대용량의 통신 대역폭을 필요로 하는 영상전송방식은 원격강의를 확산시키는데 장애가 되고 있으며, 저작도구를 사용하여 생성된 콘텐츠 파일을 다운로드 하여 재생하는 방식은 학습자의 대기시간을 증대시키고 콘텐츠의 무단복제 문제가 발생하게 된다. 따라서 유지보수 비용을 줄이고, 학습자의 상황에 맞춘 강의재생과 대기시간을 줄이는 연구를 반드시 필요로 한다.

본 논문에서는 인터넷 환경을 기반으로 하여 원격강의 콘텐츠를 다양한 서버에 분산배치하고, 이를 학습자 시스템에서 스트리밍 형태로 재생하는 시스템을 제안하고 구현한다. 원격강의 콘텐츠는 일반적으로 강의 슬라이드를 기본으로 하여 시간적 분할 영역을 가지고 있으며, 각 분할 영역은 슬라이드, 음성, 효과, 보조자료 등 채널별 데이터로 이루어진다. 각 분할영역의 재생시작 시간 전까지 미리 다운로드 하여 재생하는 형태로 기본적인 스트리밍 서비스를 제안하며, 각 자료를 블록 단위로 분류하여 여러 서버에 분산시키고 각 서버로부터 자료를 다운로드 받아 통합 재생하는 스트리밍 시스템을 제안한다. 구현한 시스템은 각 블록을 분산관리 할 수 있으며, 통합 메커니즘의 수정만으로 콘텐츠의 구성을 다양한 형태로 조합하거나 타 콘텐츠의 블록으로 재활용할 수 있다. 또한, 다운로드를 기반으로 한 스트리밍 시스템으로, 일반적인 동영상 스트리밍 방식과는 달리 QOS(Quality Of Service)를 보장할 수 있게 한다는 장점이 있다.

본 논문의 2장에서는 원격강의 콘텐츠를 저작하고 전송하기 위한 방식들에 대해 살펴보고, 3장에서는 분산 원격강의 콘텐츠의 스트리밍 시스템을 제안하며, 4장에서 프로토타입 시스템을 구현하고, 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 원격강의 콘텐츠의 저작과 전송

원격강의 콘텐츠는 오프라인 강의를 디지털 영상화시키거나 저작도구를 사용하여 디지털 데이터로 저장 방법으로 생성된다. 본 장에서는 이러한 원격강의 콘텐츠의 저작방법에 대한 연구와 생성된 콘텐츠를 학습자에게 전달하기 위한 전송방법에 대해 다룬다.

### 2.1 원격강의 시스템

일반적으로, 원격교육 시스템은 교수자와 학습자가 서로 다른 장소에서 교육을 받을 수 있어야 하며, 대면 교육(face-to-face)과 유사한 교수와 학생간의 상호작용을 지원해야 하며, 칠판 등 각종 교재 및 보조 교재를 사용할 수 있어야

한다[2]. 원격강의 시스템은 크게 두 가지 서비스 형태로 구분된다. 첫째는 NRT(Non-Realtime Teleteaching)로, BBS(Bulletin Board System) 방식, VOD(Video On Demand)방식이 여기에 속하며, 교수자와 학습자가 서로 다른 시간에 통신망에 접속하여 교육이 이루어지는 특징이 있다. 이 방식은 강의의 직접적인 전달 효과가 떨어지지만, 학습자와 교수자가 편리한 시간을 선택할 수 있으며, 서버 시스템에 걸리는 부하량이 적다는 장점이 있다. 둘째는, RT(Realtime Teleteaching)로, 교수자와 학습자가 동시에 통신망에 접속하여 교육이 이루어지는데, 채팅, 영상회의 시스템 및 실시간 화이트보드 등을 이용한 교육이 여기에 속한다. 이 방식은 교수자와 학습자의 직접적인 대면 효과는 매우 높지만, 교수자와 학습자가 강의 시간을 지켜야하는 어려움이 있다. 따라서, 서비스 측면에서의 원격교육 시스템을 고려해 볼 때, 시간과 공간의 제약을 극복하기 위한 원격강의를 위해 NRT 방식의 시스템이 보다 보편적으로 구축되고 있다[3]. 일반적인 원격강의 시스템은 (그림 1)과 같은 구성을 가지고 있다. 즉, 교수가 저작한 강의 콘텐츠는 서버 시스템에 업로드되고, 학습자는 이를 다운로드 하여 사용하게 된다. 학습자는 콘텐츠를 재생하는 방식으로 학습을 수행하게 되며, 교수자에게 피드백(Feedback)을 주게 된다. 교수자에게 피드백을 주는 방법으로는 email과 같은 직접적인 방식과 전자게시판과 같은 간접적인 방식이 있다. 이러한 피드백은 학습자의 학습효과를 높이고, 교수의 강의를 학습자에게 맞출 수 있게 하지만, 학습자의 능동적인 활동에 의해서만 이루어지게 되며, 피드백이 없을 경우 학습의 수행여부 등을 판단하기 어렵게 된다. 그래서 근래에는 학습자의 학습상황에 대한 추적을 하기 위한 여러 가지의 연구가 수행되고 있다. 이러한 방법중의 하나로, 서버 시스템에서 학습자의 콘텐츠 다운로드 기록과 접속 기록을 분석하여 그 정보를 교수자에게 전달하는 방식이 사용되고 있다.

(그림 1) 원격강의 시스템의 구성

### 2.2 원격강의 콘텐츠의 저작과 운영

#### 2.2.1 원격강의 콘텐츠의 저작

원격강의 콘텐츠는 정확한 내용의 표현과 높은 현대면 효과를 필요로 한다. 즉, 학습자에게 교실수업과 유사한 형

식의 동적인 콘텐츠를 전달하고, 콘텐츠내의 정보는 학습자가 정확히 식별할 수 있어야만 한다. 일반적으로 원격교육 시스템에 적용되고 있는 대표적인 원격강의 저작 환경은 웹페이지(HTML)를 기반으로 한 학습 콘텐츠를 웹에 게시하거나 동영상 미디어를 학습자에게 전달하는 체계이며, 최근에는 콘텐츠 저작 도구를 활용한 체계가 새롭게 도입되고 있다. <표 1>에서 각 저작방식을 콘텐츠 내의 정보의 정확성, 콘텐츠가 제공하는 면대면 효과, 콘텐츠를 저작하기 위한 절차와 저작 후 전달을 위한 변환시간, 학습자 환경의 안정된 재생 가능성 여부 및 변환된 콘텐츠의 데이터량을 기준으로 하여 비교하였다. 강의저작도구에 의한 저작방식이 가장 효율적이지만, 범용 재생기를 사용하지 않고, 독자적인 재생기를 사용하므로 재생신뢰성이 낮고, 스트리밍 서비스를 사용할 수 없다는 단점을 갖는다. 재생신뢰성 보완하기 위한 연구로는 강의 콘텐츠를 매크로미디어(Macromedia)사의 플래시(Flash) 파일로 변환하는 방식이 있지만, 저작단계가 복잡하고, 스트리밍 서비스가 어렵다는 단점이 있다.

<표 1> 원격교육 콘텐츠의 저작방식 비교

항 목 \ 방 식	웹페이지	동영상	강 의 저작도구	수작업 구 현
정 확 성	높 음	낮 음	높 음	높 음
면대면 효과	매우낮음	높 음	매우높음	매우높음
저작 단계	간단함	복잡함	간단함	복잡함
강의의 저작시간	자료입력	Encoding	없 음	Encoding
스트리밍 서비스	불필요	있 음	없 음	제한적
재생 신뢰성	높 음	높 음	낮 음	높 음
데이터량	낮 음	높 음	낮 음	낮 음

(1) 웹페이지 방식

교수자가 강의내용을 웹페이지로 저작하는 방식으로, 기본적으로는 책을 읽는 것과 유사한 효과를 제공한다. 학습자는 웹브라우저만으로 강의를 볼 수 있으며, 하이퍼링크 기능을 사용할 수 있어 출판된 책이 가지고 있지 않은 인터랙티브한 환경을 제공한다. 이 방식은 강의의 저작 방법이 단순하지만, 저작을 위한 작업량이 많고 강의 내용의 전달 효과가 매우 낮아 고품질의 강의를 기대하기 어렵다는 단점이 있다[8, 9]. 웹페이지 기반 원격강의 저작 시스템의 구성을 (그림 2)에 나타낸다.

(그림 2) 웹페이지 기반 원격강의 저작 시스템

(2) 동영상 방식

이 방식은 강의자의 강의를 비디오 카메라 등으로 녹화하고 이를 학습자환경에서 재생하는 방식이며, 녹화된 영상을 서버 시스템의 저장영역에 저장해두고 학습자의 접속이 이를 전송해주게 된다. 이 방식은 교수자의 강의를 영상으로 직접 전달하므로 면대면 효과가 매우 높은 장점을 가지지만, 녹화된 영상을 디지털영상으로 변환하는 시스템과 이를 학습자 환경에 전송해주는 시스템과 고속전송환경을 필요로 하는 등 웹페이지 방식에 비하여 매우 높은 비용을 필요로 한다는 점과 저작된 콘텐츠를 재생하기 위한 별도의 사용자 인터페이스를 필요로 한다는 단점이 있다[4]. 동영상 기반 원격강의 저작 시스템의 구성도를 (그림 3)에 나타낸다. 동영상 방식은 면대면 효과가 가장 높지만, 교수자의 강의를 비디오 캡처장치를 사용하여 변환한 것이므로, 강의 중 사용하는 보조자료 등의 정확성이 떨어지게 되는 단점을 갖고 있어 독립적으로 활용되지는 않고 강의저작도구에 통합되어 사용이 이루어지는 형태로 사용된다.

(그림 3) 동영상 기반 원격강의 저작 시스템

(3) 강의저작도구

원격강의도구는 강의를 저작하고 재생하기 위한 별도의 어플리케이션으로 저작된 강의를 단지 학습자에게 전달만 해주면 학습자가 쉽게 재생할 수 있으며 저작과정이 편리하고 강의자료의 게시와 수신이 비교적 간단하다는 장점이 있다. 즉, 교수자의 강의 행위는 저작도구에 의해 기록되어 동기화정보를 형성하게 되며, 이 정보는 재생 시에 미디어를 통합하고 강의 행위를 재생하는 기본 정보로 사용된다[4, 6]. 이러한 원격강의 저작도구를 이용하는 저작환경을 (그림 4)에 나타낸다.

(그림 4) 전용 저작도구에 의한 원격강의 환경

(4) 수작업에 의한 구현

이러한 제품은 콘텐츠간의 자료 호환성과 재생 신뢰성을 보장할 수 없는 특성이 있어 근래에는 애니메이션 도구와 같은 범용 도구를 사용하여 강의 콘텐츠를 수작업으로 구현하는 방법도 사용되고 있다[7]. 또한 저작한 데이터의 호환성을 높이고 표준화하기 위하여 XML(eXtensible Markup Language)를 사용하기 위한 방법이 연구되고 있다[5, 7]. 이러한 수작업에 의한 원격강의 콘텐츠 구현을 (그림 5)에 나타낸다.

(그림 5) 수작업에 의한 원격강의 콘텐츠의 구현

2.2.2 학습자와의 상호작용성

원격교육 콘텐츠를 교수자가 저작하여 학습자에게 전달하는 것만으로는 교육의 효과를 기대하기가 어렵다. 콘텐츠와 학습자와의 상호작용성과 교수자와의 직접적인 상호작용성이 존재하며, 교수자와 학습자는 (그림 6)에 보인바와 같이 전자게시판, 전자우편 및 화상회의 시스템을 사용하여 직접적으로 대화하여 교육의 효과를 높이게 되며, 교수자는 이러한 피드백을 받아 교육 콘텐츠의 저작에 반영하게 된다[10].

(그림 6) 교수자와 학습자의 상호작용

보다 능동적인 학습 참여를 위한 다양한 시스템과의 연계를 위한 방법을 필요로 하게 된다. 이러한 필요성으로 인하여 온라인 평가 시스템이 개발되고 있으며, 교육 시스템과의 연계를 위한 연구가 진행되고 있다. 이러한 평가 시스템은 학습 성취도를 파악하는 기본적인 사항 외에 학습의 효과를 높이고, 학습상황을 모니터링하기 위하여 퀴즈 출제의 형식으로 구현되고 있다. 본 연구에서는 이러한 다양한 시스템과의 연계를 위하여 본 연구에서는 강의 콘텐츠를 분산하고 모듈별로 통합하기 위한 환경을 제시한다.

2.3 원격강의 콘텐츠의 전달

원격강의 콘텐츠가 학습자에게 전달되는 메커니즘은 크

게 다운로드 방식과 동영상 스트리밍 방식으로 분류한다.

2.3.1 다운로드 방식

현재 원격강의에 많이 사용하고 있는 방식으로, 인코딩된 동영상 파일이나, 저작한 강의 콘텐츠를 단순히 웹 서버에 게시하는 것만으로 전송 준비가 완료되며, 학습자는 이를 클릭 하는 것만으로 자신의 저장공간에 다운로드 하여 적절한 재생기로 강의를 청취하는 방법이다. 동영상일 경우 다운로드가 완료되어야 재생이 되기 때문에, 손실이 발생한 자료를 재생하는 상황은 거의 일어나지 않게 되어 전송 장애로 인한 강의 내용 손실이 비교적 적다는 장점이 있다. 또한, 전용 도구로 저작된 강의 파일을 다운로드 할 때, 저작도구의 종류에 상관없이 웹서버와 브라우저가 강의 파일의 전송을 처리해주므로, 강의 뷰어는 콘텐츠의 전송에 대한 고려가 필요 없이 오프라인방식으로 사용하면 된다는 장점이 있다. 이러한 방식들은, 반드시 다운로드가 완료되어야만 재생이 가능하므로, 학습자들의 학습대기시간이 길어지며, 다운로드 한 콘텐츠가 학습자 시스템에 저장되므로, 학습자 시스템의 저장공간 부족을 초래하며, 저작자의 콘텐츠는 학습자 시스템 내에서 쉽게 복제될 수 있어 저작권을 보호할 수 없게 되는 단점이 있다. 다운로드 방식의 구성도를 (그림 7)에 나타낸다.

(그림 7) 다운로드 방식에 의한 강의 콘텐츠의 전달

2.3.2 스트리밍 방식

스트리밍 방식은 강의 콘텐츠를 다운로드 하면서 재생하는 방식이며, 사용자의 선택에 따라 재생 시작위치를 선택할 수 있다. 전체를 모두 전송 받아야 하는 다운로드 방식에 비해서 학습대기시간이 짧은 것이 특징이다.

일반적으로는 원격강의 콘텐츠를 온라인 환경에서 사용하기 위해서는 콘텐츠를 동영상으로 전환하여야 하며, 서버 시스템에서 클라이언트 시스템으로 지속적으로 전송되는 재생 정보를 클라이언트가 수신하여 사용자 인터페이스에 나타내는 간단한 구조로 작동한다. 동영상에서 콘텐츠를 구성하는 정보는 크게 영상과 음성으로 이루어져 있으므로, 전송채널이 많지 않고 전송방식도 단순히 수초 정도의 재생정보만 미리 클라이언트 시스템으로 전송하면 된다. 전송

을 위해서는 웹서버와는 별도로 미디어 서버를 필요로 한다. 이 방식은 콘텐츠의 재생대기시간을 줄이는 장점과 저장된 콘텐츠의 무단복제를 제한할 수 있는 특성으로 인하여 온라인 서비스의 기본 모델이 되고 있다. 그렇지만, 이 방식은 데이터의 내용과는 무관한 표현의 형태만 처리하게 되므로, 콘텐츠가 변화가 많지않고 채널의 종류가 많을 경우, 대역폭 낭비와 함께 전송하지 못하는 범위가 발생하게 된다는 단점이 있어 원격강의 콘텐츠의 전송 모델로는 부족하다. 동영상 스트리밍 방식의 작동원리를 (그림 8)에 나타낸다.

(그림 8) 동영상 스트리밍 방식

원격강의 콘텐츠의 제공 측면에서의 동영상 스트리밍 서비스의 단점은 아래와 같다.

① 과도한 전송 트래픽 유발로 인한 네트워크 및 서버시스템 다운

각 전송단위에 부여된 의미가 없는 단순한 데이터들이 연속적으로 전송되는 특성으로 인해 높은 전송대역폭을 필요로 하여 접속자 들이 많을 경우 네트워크 다운과 서버 시스템 다운이 일어난다[11].

② 전송품질이 보장되지 않음

스트리밍 서버는 사용자의 전송품질 선택기능이 있어, 현재의 전송체계에서 수용할 수 있는 대역폭에 맞는 품질의 데이터를 재생하게 한다[11]. 즉, 고속네트워크 사용자는 무리 없이 모든 데이터를 볼 수 있지만, 저속 네트워크 사용자는 화면의 끊어짐, 음성의 끊어짐 현상이 발생하게 되는데, 이들 데이터에 가중치를 두어 느린 부분을 포기하도록 하는 것이다. 이것은 전송데이터의 내용이 중요하지 않을 경우에는 매우 효과적이지만, 데이터의 손실이 발생되어서는 안될 원격강의 콘텐츠의 경우에는 매우 치명적인 특성이 된다.

③ 고가의 구축비용 및 운영비용 필요

스트리밍 서비스를 구축하기 위해서는 기본적인 웹서버 외에 전송시스템이 탑재된 전송서버가 필요하며 전송서버에 적합한 미디어로 변환해주는 고성능의 인코딩 시스템을 반드시 필요로 한다[11, 12]. 이들은 추가장비 구입과 소프트웨어의 구입을 필요로 하므로 구축비용이 높을 뿐 아니라, 각 서버들을 유기적으로 운영하기 위한 전문 운영자를 필요로 하므로 별도의 운영비용이 있어야만 하므로 교육분

야에는 부적합하다.

본 연구에서는 원격강의 콘텐츠를 동영상으로 전환하지 않고 웹서버만으로 스트리밍 서비스하는 모델을 제안한다. 제안하는 모델은 원격강의 콘텐츠를 슬라이드를 기준으로 한 재생단위 블록으로 분할하고, 블록을 구성하는 채널별 데이터를 별도의 파일형태로 서버 시스템에 두며, 통합과 동기화를 위한 정보를 학습자 시스템에 전달한다. 학습자 시스템은 적절한 재생 시점에 서버 시스템으로부터 단위 블록의 재생에 필요한 파일들을 다운로드 하여 재생을 진행한다. 재생이 시작되면, 다음 재생 블록의 파일들에 대한 다운로드를 시작하여 끊김 없는 재생이 가능하도록 한다. 본 논문에서 제안하는 방식을 (그림 9)에 보인다.

(그림 9) 원격강의 콘텐츠의 스트리밍 모델

제안하는 다운로드 기반의 스트리밍은 전송과정을 클라이언트가 주도하므로 (그림 10)(a)와 같은 고가의 전송서버와 변환 시스템(Encoding System)을 필요로 하지 않고 (그림 10)(b)와 같이 웹서버만을 필요로 한다. 또한 저작도구 자체에서 콘텐츠 변환을 직접 수행하므로, 교수자가 직접 웹서버에 업로드 할 수 있어 전문 운영자를 필요로 하지 않게 된다.

(a) 기존 시스템 (b) 제안 시스템

(그림 10) 기존 스트리밍 시스템과 제안하는 스트리밍 시스템의 비교

3. 분산 원격강의 콘텐츠의 스트리밍 시스템

본 연구에서 제안하는 원격강의용 콘텐츠는 스트리밍 서

비스로 클라이언트에 대한 콘텐츠 수집과 동기화를 기본으로 한다. 본 장에서는 이러한 서비스를 구현하기 위한 서비스 모델과 통합방법을 제시한다.

### 3.1 분산 원격강의 콘텐츠의 스트리밍

#### 3.1.1 서비스 모델

일반적으로는 원격강의 콘텐츠를 온라인 환경에서 사용하기 위해서는 콘텐츠를 동영상으로 전환하여야 가능하지만 미디어 동기화를 기반으로 한 원격강의는 콘텐츠를 구성하고 있는 각 미디어를 재생시간이 되기 전에 다운로드한 다음에 재생시점에 맞추어 재생하면 되는 특성이 있어, 다운로드 스케줄링으로 스트리밍 서비스를 구현할 수 있다. 즉, 원격강의 콘텐츠를 구성하는 슬라이드 이미지, 드로잉, 캡션 등 각종 미디어 파일을 서버 시스템에 업로드 시켜놓고 이를 학습자 뷰어에서 재생이 예상되는 자료들을 미리 다운로드 받아두며, 동기화정보를 기반으로 하여 통합 재생하는 방식이다. 이 방식은 원격강의 콘텐츠를 동영상으로 변환하지 않고 스트리밍 서비스를 구현한 것으로 동영상 방식에 비해 통신 대역폭의 낭비가 적다는 장점이 있으며, 다운로드 방식의 단점인 학습자들의 대기시간을 어느 정도 줄일 수 있다는 장점이 있다. 이러한 원격강의 콘텐츠 스트리밍 시스템 구성도를 (그림 11)에 나타낸다.

(그림 11) 원격강의 콘텐츠 스트리밍 시스템 구성도

각 재생단위는 기본적으로 슬라이드를 기준으로 구분되며, 각 재생단위에는 해당 슬라이드에 부가되는 보조 자료들과 강의 음성 및 이벤트 정보가 포함된다. 따라서 강의 자료를 이루고 있는 다양한 파일들을 재생영역별로 구분하여 각 단위별로 다운로드 정책을 수행하면 된다. 이 재생단위를 묶어서 재생블록으로 표현할 수 있다. 현재 블록의 재생이 완료되기 전까지 다음 재생블록에 대한 다운로드가 이루어져야 하며, 현재 블록의 재생이 끝나면 다음 블록의 재생을 시작하면 된다. 만약 다운로드가 끝나지 않아서 대기하는 것이 필요하면 이를 버퍼링(Buffering)메시지를 이용하여 학습자 도구에 출력하고 다운로드가 완료될 때까지 대기하여야만 한다. 이 방식은 콘텐츠 전체를 다운로드 받

아야 재생이 시작되는 다운로드 방식에 비해 학습자의 대기시간을 줄이는 효과가 있으며, 강의 콘텐츠 전체를 하나의 파일로 학습자의 디스크에 저장하지 않으므로, 무단 복제를 제한하는 효과가 있다.

본 시스템은 분산관리 및 전송 단위 블록별 활용을 위하여 각 블록별로 별도의 서버 시스템에 업로드 시킬 수 있으며, 각 블록에 적합한 전송 프로토콜을 선택할 수 있게 하였다. 이것은 이미 저장된 콘텐츠의 일부를 업데이트 시키거나 대용량 콘텐츠가 포함된 블록을 고성능 서버 시스템을 사용하여 전송하는 경우 및 실시간 자료가 포함된 강의 콘텐츠를 서비스할 수 있으며, 강의 콘텐츠가 아닌 진행 대기형 자료를 포함할 수 있게 되어, 직접적인 강의가 아닌 타 시스템의 사용을 대기하도록 한다. 이 기법으로 인하여 원격강의 콘텐츠에 다양한 첨부자료를 포함시킬 수 있으며, 강의 콘텐츠와 전자게시판과 같은 온라인 동적 웹페이지와의 연동이 쉽게 이루어진다. 이를 (그림 12)에 보인다.

(그림 12) 분산된 원격강의 콘텐츠의 스트리밍 환경

(그림 12)에서 3대의 서버에 분산 배치된 원격강의 콘텐츠는 학습자 환경에서의 다운로드 요청에 따라 분할된 블록단위로 전송된다. 전송된 콘텐츠 블록은 강의음성, 슬라이드, 드로잉 등 채널별 파일과 전자게시판으로 구성되어 있는데, 이것은 동기화 되어 재생된다. 학습자 환경이 재생되는 것과 동시에 다음 재생 블록이 존재하는 서버에 대한 정보를 가지고 해당 서버에 접속하여 지정된 통신 프로토콜을 사용하여 다운로드를 시작하게 된다. 다음 블록의 다운로드가 완료되지 않은 상태에서 현재 블록의 재생이 완료되면 버퍼링이 발생한다. 즉, 재생 중인 블록의 재생이 완료되기 전에 다음 재생 블록의 다운로드가 완료되어야 끊어짐 없는 재생을 보장할 수 있다.

#### 3.1.2 재생 단위 블록의 구성

재생 단위 블록은 각 단위의 재생에 필요한 데이터로 이루어진다. 일반적인 강의를 재생하는 재생 단위 블록은 채

널별 데이터로 이루어진다. 즉, 슬라이드이미지, 강의음성, 드로잉 정보를 기본적으로 포함하고 있으며, 추가적인 보조 자료를 포함하고 있을 수 있다. 또한 이들을 통합재생하기 위한 블록별 동기화정보와 전체 동기화정보가 포함되어 있다. (그림 13)와 같이 기본 강의미디어에 동기화 정보가 포함되어 기본적인 재생 블록을 형성하고 있으며, 전체 재생 블록의 연결 및 특성정보를 기록하는 동기화정보가 포함되어 전체 콘텐츠가 구성된다.

(그림 13) 분산 스트리밍을 위한 원격강의 콘텐츠의 구성

3.1.3 동기화 정보의 표현

동기화정보는 블록별 동기화정보와 전체 동기화정보로 구분된다. 블록별 동기화정보는 강의컨텐츠를 재생하면서 드로잉 정보를 표현하기 위한 기본적인 정보들이 나열되어 있으며, 전체 동기화정보는 강의에 관한 기본정보와 강의컨텐츠를 구성하는 블록들의 목록을 포함하고 있다. 블록들의 목록은 각 블록이 업로드되어 있는 서버 시스템과 이를 다운로드하기 위한 통신 프로토콜을 기술한다.

(1) 블록별 동기화 정보

블록별 동기화 정보는 각 블록의 재생에 필요한 기본적인 재생정보와 블록을 구성하는 파일들의 목록으로 구성된다. 이 블록별 동기화 정보의 다운로드가 완료되어야 블록의 다운로드 정책을 결정할 수 있게 된다. (그림 14)(a)와 같이 각 블록의 재생에 필요한 기본항목들의 정보를 헤더 부분에 기록하며, 필요한 파일들의 목록을 바디부분에 기록하여 관리한다. 5분의 재생시간을 갖는 원격강의 콘텐츠 단위 재생 블록 정보를 표현과 사용자가 웹페이지(<http://net.y.yu.ac.kr/bbs.html>)에 접속하여 지정된 웹페이지(<http://net.y.yu.ac.kr/bbs2.html>)를 접속할 때까지 대기하여야만 하는 환경을 (그림 14)(b)와 (그림 14)(c)에 나타내었다.

(그림 14) 블록별 재생 동기화 정보의 구성

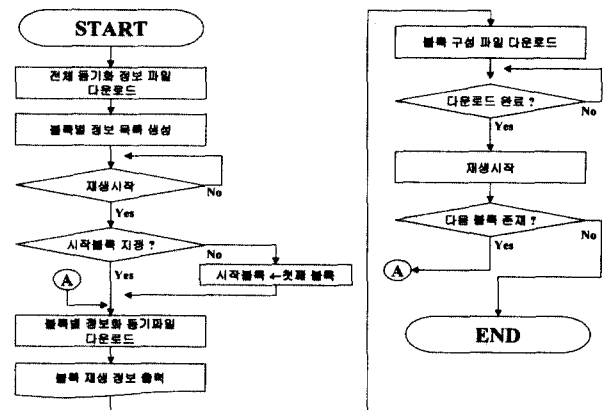
(2) 전체 동기화 정보

전체 동기화 정보는 블록구성 정보를 기록하는 파일로 강의 기본 정보와 각 블록들의 목록을 관리한다. (그림 15)와 같이 콘텐츠 전체의 재생정보를 표현하는 헤더부분과 각 블록들의 위치와 접근방법을 알려주는 URL(Uniform Resource Locators)의 목록이 바디부분으로 포함된다. (그림 15)의 우측에 3대의 서버에 분산 배치된 강의 콘텐츠의 정보를 표현하고 있다.

(그림 15) 전체 동기화 정보의 구성

(3) 스트리밍 메커니즘

분산 원격강의 콘텐츠의 스트리밍은 (그림 16)에서와 같은 방식으로 진행된다. 강의가 선택되면 학습자 환경은 전체 동기화 정보 파일을 다운로드 하여 분석함으로써 강의 재생준비를 하게 되며, 그 결과로 블록별 정보 목록이 생성된다. 재생이 시작되면 재생을 시작하게 될 블록의 정보화 동기파일을 다운로드 하게 되며, 그 결과를 분석하여 기본적인 블록의 재생정보를 출력하는 것과 동시에 블록의 구성 파일들에 대한 다운로드를 시작하게 된다. 다운로드가 완료되면 재생이 시작되며, 다음 재생 블록이 존재할 경우 백그라운드 프로세스로 다음 블록에 대한 다운로드 작업을 시작하게 된다. 만약 다운로드 할 블록이 없다면 스트리밍 메커니즘을 종결하고 재생이 완료될 때까지 대기하게 된다.



(그림 16) 스트리밍 메커니즘

3.2 QoS 보장 조건

본 연구에서 제안한 원격강의 콘텐츠의 스트리밍 재생은 (그림 9)와 같이 다운로드 방식을 기본으로 한 방식이므로 콘텐츠를 구성하는 데이터의 품질은 항상 일정하며, 재생의

품질을 결정하는 요인은 끊김 없는 재생이 되는지의 여부이다. 따라서 본 논문에서는 끊김 없는 재생을 위한 조건을 제안한다.

본 스트리밍 모델에서 QoS를 보장하기 위해서는 끊김 없이 재생이 연결되도록 다음 재생 자료를 미리 다운로드하여야 한다. 다운로드가 완료되지 않으면 버퍼링 현상이 발생되며, 이것은 다운로드 해야 할 자료의 크기와 접속자 수와 연관이 있다. 본 논문에서는 이러한 버퍼링 상황을 예측할 수 있는 구체적인 조건을 계산하기 위해 QoS보장 조건을 표현하는 식을 제안한다. 이를 위해 단일 서버 시스템에 여러 개의 전송 블록이 존재하는 것을 가정하여 계산식을 정의하였다. 계산을 위한 모델을 (그림 17)에 나타낸다.

(그림 17) 제안한 스트리밍의 QoS보장 조건 계산 모델

이 모델은 서버 시스템의 통신 용량을 서버 시스템에 연결된 접속통로의 통신용량으로 설정하였으며, 콘텐츠의 크기를 S로 두고, 콘텐츠 내에 존재하는 블록의 수를 B로 가정하였다. 또, 각 블록의 크기는 같다고 가정하였고, 사용자들의 콘텐츠 재생 패턴도 동일하다고 가정하였다. 이 모델에서 1개의 슬라이드를 재생하기 위해 다운로드 받아야 하는 블록의 크기는 S/B가 된다. 이를 기준으로 하여 서버 시스템의 최대 동시 사용자수( $N_{max}$ )를 계산할 수 있다.

$$N_{max} = \frac{C}{S} B = \frac{CB}{S}$$

즉, 최대 동시사용자수는 블록의 수가 많을 수록 증가하게 된다.

이 모델을 기준으로 하여 최대 접속자 들의 평균 대기시간( $T_w$ )을 계산할 수 있다. 여기에서의 대기시간은 접속을 하여 재생에 필요한 블록을 다운로드 완료하기까지의 버퍼링 시간이 된다.

$$T_w = \frac{S}{C} \frac{1}{B} N = \frac{SN}{CB}$$

전송속도가 10MBPS정도이고, 콘텐츠의 크기가 6MB, 분할된 블록의 수가 6개라면, 최대 접속자수는 10MBPS×6/6MB가 되므로 1.25명이 된다. 다운로드 방식이라면 분할의

수가 1개이므로, 10MBPS/6MB가 되어 0.2명이 된다. 즉, 1개 이상의 슬라이드가 존재하는 원격망의 콘텐츠는 블록단위로 분할하여 전송할 경우 최대 접속자수를 분할 블록의 수만큼 늘일 수 있다는 결론을 얻을 수 있다.

현재 블록의 재생이 시작된 이후 다음 블록으로 넘어가는 단계에서 다운로드가 완료되지 않으면 재생이 일시 중지되는 버퍼링 현상이 발생한다. 버퍼링은 재생 콘텐츠의 재생시간에 비하여 블록 크기가 너무 크거나 사용자 수가 많을 경우에 발생한다. 콘텐츠 전체의 재생시간을  $T_c$ 라고 정의하고 각 블록의 재생시간을  $T_b$ 라고 정의하면  $T_b = T_c/B$ 가 되고, 각 블록을 다운로드 받는데 필요한 시간  $T_n$ 은 다음과 같다.

$$T_n = \frac{S}{B} \div \frac{C}{N} = \frac{SN}{BC}$$

여기에서 각 블록의 다운로드 시간이 재생시간보다 짧거나 같아야만 버퍼링이 없어지게 된다. 그래서 이 조건을 식으로 구성하면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

$$\frac{T_c}{B} \geq \frac{SN}{BC} \rightarrow T_c C \geq SN$$

이 계산식에서는 블록의 수가 영향을 미치지 못하는 결과가 나온다. 즉, 각 분할의 크기가 일정할 경우에는 최대 접속자수만 초과하지 않으면 QoS를 보장할 수 있다.

계산의 예로, 통신선로의 속도가 6.152 MBPS (T2급)이고, 콘텐츠의 크기가 6MB(48Mbits), 콘텐츠의 재생시간이 60분(3600초)이며, 슬라이드의 수가 12매라고 가정하여 QoS보장 조건을 계산하면, 아래와 같은 결과를 얻을 수 있다.

$$3600 \text{ sec} \times 6.152 \text{ Mbit/sec} \geq 48 \text{ Mbit} \times N$$

$$\text{-----} \rightarrow 461.4 \geq N$$

즉, 동시접속자수가 461명 이하일 경우 QoS를 보장할 수 있다. 이 식을 사용하여 몇 가지의 조건에서의 최대 사용자수를 계산한 결과를 <표 2>에 보인다.

<표 2> 전송조건에 따른 최대사용자수

통신선로 속도	콘텐츠크기(MB)	재생시간(분)	최대사용자수
1.544 MBPS	6	30	115
		60	231
	9	30	38
		60	77
6.152 MBPS	6	30	230
		60	461
	9	30	153
		60	307
45 MBPS	6	30	1687
		60	3375
	9	30	1125
		60	2250



#### 4. 프로토타입 시스템의 설계 및 구현

본 논문에서 제안하는 방식은 클라이언트의 다운로드 정책에 의해 스트리밍 서비스가 이루어지는 것으로 학습자 시스템의 구현과 스트리밍에 관한 정보를 생성하는 강의 저작도구용 정보분석 모듈을 개발하여 그 결과를 확인한다.

##### 4.1 구현 환경

프로토타입 시스템은 Windows98을 운영체제로 하는 IBM 호환 PC(Intel Pentium III 900MHz)에서 MS Visual C++ 6.0과 MS Visual Basic 6.0을 이용하여 구현하였다. 샘플 강의 저작을 위하여 원격강의저작 프로그램인 ClickLecture[4]를 사용하였으며, 서버 시스템은 Solaris 2.6과 Red Hat LINUX 7.1 서버 시스템을 사용하였다. 또한 콘텐츠 등록 시스템의 구현을 위하여 PHP와 MySQL을 사용하였다.

##### 4.2 강의 저작도구용 정보분석 모듈

저작도구에서 사용하는 자원파일들을 분석하여 각 블록별 재생동기화정보와 각 블록들의 구성정보가 포함된 전체 동기화 파일을 생성하면 콘텐츠 전체와 추가된 파일들을 웹서버에 업로드 하는 것만으로 스트리밍 서비스가 이루어진다. 정보 분석 모듈은 (그림 18)과 같은 구성을 가지고 있다. 즉 기존의 원격강의 저작도구 시스템에서 기록한 이벤트 정보와 파일정보를 분석하여 각 블록의 구성정보를 별도의 파일로 저장하며, 콘텐츠를 구성하는 블록들의 목록을 별도의 파일로 저장한다. 정보분석 모듈은 OCX(OLE custom control) 형태로 개발하여 ClickLecture[4] 저작도구에 간단하게 이식하였다.

(그림 18) 강의 저작도구를 위한 정보 분석 모듈

##### 4.3 학습자 시스템

학습자 시스템은 (그림 19)과 같이 원격강의 콘텐츠 학습자 인터페이스에 스트리밍 컴포넌트가 추가된 형태로 구성된다. 즉, 슬라이드 이미지를 읽어들이어서 학습자에게 보여주고 드로잉 정보를 화면에 그려주는 형태로 재생되는 기본 구조를 갖추고 있다. 이 때 동기화의 기준 미디어가 되는 것은 기본적으로 강의 음성이다. 스트리밍 컴포넌트는 재생이 시작된 블록의 데이터를 다운로드 받아야 하는데, 전체적인 목록관리는 다운로드 스케줄러가 총괄하며, 현재 다운로드 받아야 할 목록을 다운로드에게 전달한다. 다운로드자는 각 미디어들의 URL을 넘겨받아 각 프로토콜의 다운로드 모듈을 사용하여 학습자 환경으로 다운로드 하게 된다. 다운로드가 완료되면 스케줄러에게 이를 통보하고, 스케줄러는 재생환경에 통보하여 재생이 시작되도록 한다. 재생이 시작되면, 스케줄러는 다음 블록의 다운로드를 시작한다. 현재 블록의 재생이 완료되었을 때, 다음 블록의 재생 가능여부를 스케줄러와 통신하여 확인할 수 있으며, 다운로드가 완료되었을 경우, 다음 블록의 재생을 즉시 수행하게 된다.

(그림 19) 원격강의 학습자 시스템 구성도

##### 4.4 콘텐츠 등록 시스템

본 논문에서 제안하는 시스템은 학습자 시스템만으로 스트리밍 서비스의 운영이 가능하지만 분산환경에서의 콘텐츠의 관리를 위하여 (그림 20)과 같은 콘텐츠 등록 시스템을 설계하였다. 교수자는 자신의 웹서버에 강의 파일들을 업로드하고, 그 정보를 콘텐츠 등록 시스템에 등록한다. 시스템 자체는 콘텐츠를 포함하지 않으며, 콘텐츠로의 연결통로만을 가지게 된다. 학습자는 이 통합 운영 시스템에 등록된 링크를 학습자 시스템의 URL에 입력하면 원격강의 콘텐츠의 스트리밍 서비스가 시작된다. 콘텐츠 등록 시스템에서 제공하는 기능은 다음과 같다.

- 1) 강의블록에 대한 전체 재생정보 URL 등록
- 2) 강의블록에 대한 전체 재생정보 분석

- 3) 각 블록별 재생 정보 수집
- 4) 등록된 자료를 기반으로 한 통합 재생 정보 파일(snc) 생성

(그림 22)에 ClickLecture 시스템에 의해 저장된 원격강의 콘텐츠의 파일들을 보인다. 슬라이드 이미지 파일인 JPG 파일과 음성파일인 wav 파일과 함께 교수자의 드로잉과 같은 강의행동이 기록된 dwg 파일이 존재하는 형태로 되어 있다. 이것이 정보 분석 모듈에 의해 분석되어 생성된 각 블록들의 정보파일인 SYN 파일과 각 블록들의 목록을 구성하여 하나의 콘텐츠로 표현하는 파일인 SNC 파일이 생성된 결과가 (그림 23)에 표현되어 있다.

(그림 20) 콘텐츠 등록 시스템

#### 4.5 구현결과 및 고찰

구현한 학습자 시스템을 (그림 21)에 보인다. 구현한 시스템은 서버 시스템에 전체 동기화 정보가 입력된 파일의 URL을 입력하면 즉시 다운로드가 시작되어 스트리밍 형태로 재생이 이루어진다. 강의 콘텐츠는 3개의 강의 블록과 1개의 참조 웹페이지로 이루어져 있으며, 3대의 서버에 분산 업로드되어 있다.

(그림 21) 원격강의 학습자 뷰어 시스템

(그림 23) 생성된 동기화 정보 파일

본 논문에서 구현한 콘텐츠 등록 시스템에 강의를 등록하는 환경과 등록된 강의를 보여주는 환경을 (그림 24)에 보인다. 교수는 (그림 24)(a)와 같이 강의 등록을 위해 변환모듈에 의해 생성되는 SYN 파일과 SNC 파일이 통합된 RGT 파일을 서버에 업로드 하여 등록하게 된다. 서버 시스템이 이

RGT 파일과 입력한 URL 정보를 분석하여 결과를 저장하였다가 검색시에 (그림 24)(b)와 같은 형태로 정보를 제공한다.

텐츠를 효과적으로 배치하는 정책을 연구하고, 콘텐츠의 업로드에서 등록까지를 일괄적으로 처리해 주는 통합관리 운영 시스템을 개발하는 것이 있으며, 슬라이드 기반이 아닌 원격강의 콘텐츠의 스트리밍 모델을 개발하는 연구도 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김상진, 김석수, 박길철, 황대준, “동기 및 비동기 겸용모드의 멀티미디어 가상교육 시스템 개발에 관한 연구”, 정보처리논문지, 제4권 제12호, pp.2985-2995, 1997.
- [2] 황대준, “사이버 스페이스상의 상호참여형 실시간 가상 교육 시스템에 관한 연구”, 정보처리논문지, 제4권 제3호, pp.29-40, 1997.
- [3] 이세영, 용환승, “웹-기반 가상대학 시스템의 설계 및 구현”, 정보처리논문지, 제6권 제12호, pp.3577-3588, 1999.
- [4] 김재일, 정상준, 최용준, 천성권, 김종근, “멀티미디어 컴포넌트 기반 원격 강의 도구 설계 및 구현”, 멀티미디어학회논문지, 제3권 제5호, pp.516-525, 2000.
- [5] 김종근, 정승필, “기술계 교과목의 가상강의를 위한 멀티미디어 콘텐츠 개발 방법”, 한국멀티미디어학회지, 제5권 제4호, 2001.
- [6] 정상준, 최용준, 김재일, 하성룡, 김종근, “멀티미디어 강의 저작을 위한 캡션 처리기의 설계 및 구현”, 한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, 2000.
- [7] 정상준, 최용준, 백승구, 하성룡, 김종근, “SMIL기반 원격강의 콘텐츠 연구”, 한국멀티미디어학회, 한국멀티미디어학회 추계학술발표논문집, 2000.
- [8] Heng-Yow Chen, Gin-Yi Chen, Jen-Shin Hong, Jen-Shin Hong, “Design of a Web-based Synchronized Multimedia Lecture System for Distance Education,” Proceeding of the IEEE Multimedia System '99, October, 1999.
- [9] Kiran R. Desai, Richard S. Culver, “Multimedia Hypertext on the WWW and its use in Education,” FIE'98 Proceedings, 1998.
- [10] Jeail Kim, Kyubaek Song, Inteak Leem, Chonggun Kim, “Lecture Supporting Automatic Web site Construction System using Remote Execution Technigue,” Proceedings of 11th symposium on Intelligent Multimedia and Distance Education, pp.23-28, Aug., 1999.
- [11] Tink. Tec, “Inside Windows Media,” MACMILLAN USA, INC., 1999.
- [12] Peggy Miles, “Internet World Guide to WebCasting,” John Wiley & Sons, Inc., 2000.

(그림 24) 콘텐츠 등록 시스템

본 시스템은 팀 티칭과 같은 강의를 구성할 때, 각 교수자 별로 자신의 강의를 녹화하여 하나의 강의환경으로 통합할 수 있을 뿐 아니라, 교수자가 자신의 강의 부분만을 항상 최신의 정보로 쉽게 업데이트 할 수 있어 많은 활용이 기대되고 있다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 인터넷 환경을 기반으로 하여 원격강의 콘텐츠를 다양한 서버에 분산배치하고, 이를 학습자 시스템에서 스트리밍 형태로 수집하고 재생하는 시스템을 제안하고 구현하였으며, QoS보장 조건을 제시하였다. 제안한 시스템은 분산환경의 특성을 이용하여 콘텐츠를 블록단위로 관리하는 메커니즘을 도입하여 자료를 최신의 것으로 보완하는 데 필요한 노력을 줄일 수 있으며, 인터넷에서 검색 가능한 다양한 정보와의 통합을 지원하는 특징이 있다. 또한 단위 블록의 다운로드 방식을 기본으로 한 스트리밍 방식이므로 콘텐츠의 손실이 전혀 없으며, 학습자 대기를 유발하는 상황만 피하는 것으로 콘텐츠의 품질을 보장할 수 있다. 향후 연구과제로는 분산 컨

## 최 용 준

e-mail : yjchoi@yumail.ac.kr

1996년 영남대학교 물리학과 졸업(이학사)

1998년 영남대학교 대학원 전산공학과

(공학석사)

현재 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과

(박사과정)

**구 자 호**

e-mail : kull@orgio.net  
1999년 계명대학교 물리학과 졸업(이학사)  
현재 영남대학교 대학원 정보통신공학과  
(석사과정)  
관심분야 : 원격교육, XML, 네트워크  
컴퓨팅

**임 인 택**

e-mail : itleem@dmc.ac.kr  
1996년 영남대학교 건축공학과 졸업  
(공학사)  
1998년 영남대학교 대학원 멀티미디어정보  
통신공학과 (공학석사)  
현재 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과  
(박사과정)  
1999년~현재 대구미래대학 게임과 전임강사  
관심분야 : 멀티미디어통신, 인터넷응용, 원격교육

**최 병 도**

e-mail : xenon777@yumail.ac.kr  
1984년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
1986년 영남대학교 대학원 전자공학과  
계산기전공(공학석사)  
현재 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과  
(박사과정)  
관심분야 : 원격 가상강의, 분산처리 시스템, XML

**김 종 근**

e-mail : cgkim@yu.ac.kr  
1981년 영남대학교 전자공학과(학사)  
1987년 영남대학교 전자공학과(석사)  
1991년 일본 동경전기통신대학(공학박사)  
1996년~1997년 Virginia Tech 방문교수  
현재 영남대학교 전자정보공학부 교수  
관심분야 : 분산처리 시스템, 분산 운영체제, 정보통신 기술, 인  
터넷 응용기술, 시스템 성능평가, 원격 가상강의