

# 원격 교육 자료의 분류와 통신 대역폭의 분석

김창오, 장시웅

동의대학교

## Classification of remote teaching materials and analysis of communication bandwidth

Chango-Oh Kim, Si-Woong Jang

Donggeui University

E-mail : cokim@hyomin.donggeui.ac.kr

### 요 약

컴퓨터 기술의 발달과 교육방법의 변화는 원격교육(remote teaching)이라는 형태의 새로운 교육 방법을 제시함으로써, 기존의 교육방식에서 탈피한 좀더 효율적인 교육을 위한 활동이 활발해지고 있다. 원격 교육의 초기에는 아날로그 형태의 교육 자료를 라디오와 TV 등의 방송 매체를 통하여 제공하였다. 이러한 초기 원격 교육 형태는 단방향이며, 시간상의 제약을 가진다는 단점이 있었다. 그러나, 컴퓨터와 통신 기술, 웹 기술의 발달로 컴퓨터 사이의 정보 공유가 보편화되고 교육자료의 디지털화가 가능해 짐으로써 가상공간(Cyber Space)에서의 원격교육에 대한 관심이 고조되고 있다. 이에 본 연구에서는 디지털화된 원격교육 교재를 형태에 따라 분류하고 교재에 사용되어지는 매체별 분석을 통해 통신대역폭을 조사 분석하여 가상공간에서 제공되어 질 수 있는 원격교육의 형태를 분석하였다.

### 1. 서 론

미국에서는 1996년 이미 원격 교육이 보편화되었고, 국내에서는 1996년 8월 교육개혁 위원회가 기존의 교육 방식의 한계 극복과 정보통신 기술의 활용으로 기존의 교육방식을 탈피하기 위한 미래의 교육 모델로 가상대학의 설립·운영을 교육과제로 제시[1]한 것을 시작으로, 1997년 10월 가상대학 프로그램 시범 운영 계획이 수립되고, 1998년부터는 대학 연합 또는 대학 독자적으로 여러 대학에서 원격 교육을 위한 가상대학을 운영하고 있다.

가상대학을 운영하려면, 기존의 물리적인 수업 공간에서 교수와 학습자의 면대면(face-to-face)방식의 교육체제와 달리, 사이버 공간을 통한 원격 교육을 지원하기 위한 통신 인프라가 구축되어 있어야 하며, 원격 교육을 지원할 수 있는 각종 하드웨어 및 소프트웨어가 제공되어야 한다.[2]

따라서, 가상의 공간에서 원격 교육을 제공하기 위해서는 교육을 제공할 기관과 주변 기관의 통신 인프라 현황, 보유하고 있는 컴퓨터 시스템의 처리능력(capacity)을 파악하는 것이 필요하며, 원격 교육에 사용될 교재의 분류와 적절한 선택이 있어야 한다.

현재 원격교육에 대한 연구는 대체로 가상대학 구축을 위한 목적으로 진행되고 있으며, 가상대학 유형의 분류[3]와 원격 교육 시스템의 설계에 대한 전반적인 연구[4,5,6,7,8,9,10] 및 시스템의 성능 향상[11,12,13,14]과 효율을 증대하기 위한 연구[15,16]는 꾸준히 지속되고 있으나, 정작 원격강의의 가장 기본이 되는 원격강의 교육교재에 대한 기초적인 연구는 매우 미흡한 실정이다.

이에, 본 연구에서는 원격 교육에 사용될 수 있는 교육 자료를 매체의 성격에 따라 분류하고, 자료별 요구 통신 대역폭을 분석함으로써, 현재 구축되어 있는 통신 인프라에서 제공되어 질 수 있는 원격교육의 형태를 살펴보기 위해 다음과 같이 연구한다.

첫째, 원격 교육교재의 형태에 따른 분류와 각 교재 분류에 대한 정의와 특성을 기술한다.

둘째, 교재 종류에 따른 각 매체를 분석함으로써 교재별 요구 통신 대역폭을 조사한다.

### II. 원격 교재의 분류

원격 교육에 있어서 교재의 선택은 효율적인 강의의 필수적인 요체이다. 특히 원격 강의의 교재는 강의의 방법이나 강의의 질적 수준을 평가

름하는 것으로서, 형태에 따라 단순 텍스트 교재, 텍스트와 이미지를 포함한 교재, 텍스트, 이미지, 오디오를 포함한 교재, 스크린 캡(Screen Cam)과 같은 것으로 작성된 스크린 동영상 교재, 사용자 상호 작용을 지원하는 교재, 화이트보드 기능을 이용한 교재, VOD 시스템을 이용한 교재 등으로 나누어 질 수 있으며 또, 이러한 교재는 실시간 강의나, 비 실시간 형식의 강의나에 따라 다르게 제작되어 질 수 있다.

### 2.1 단순 텍스트 교재

단순 텍스트 교재는 가장 기본적인 강의 교재의 형태로서 오래 전부터 사용되어온 방식이다. 웹에서는 하이퍼텍스트 기능을 제공하여 텍스트 만으로도 효율적인 강의 내용 전달이 가능하다. 파일의 크기가 작아 낮은 대역폭에서도 자료 제공이 가능하다는 장점이 있으나, 너무 정적이고 학습자의 주의를 유도하는 데는 비효율적이다.

### 2.2 텍스트와 이미지를 포함한 교재

단순 텍스트 교재에서 한 단계 발전한 형태로서 현재 가장 많이 활용되고 있다.

단순 텍스트 교재에 이미지를 추가함으로써 단순 텍스트 교재의 단점을 보완한 교재로, 대역폭에 큰 영향을 받지 않고도 다양한 형태의 강의를 제공해 줄 수 있다는 장점이 있다.

### 2.3 텍스트, 이미지, 오디오를 포함한 교재

텍스트와 이미지뿐만 아니라 필요한 경우에 오디오를 삽입하여 학습자가 선택하여 들을 수 있도록 한 교재로서 주로 어학 교재용으로 많이 사용한다. 예를 들면, 영어 강의 교재에서 텍스트와 이미지로 학습 내용을 보여주고, 강사의 발음을 들려주어 어학학습의 질을 높일 수 있다.

### 2.4 화이트 보드 기능을 이용한 교재

화이트 보드 기능은 실시간 원격 강의를 할 때 사용되는 것으로, 교수가 이미 작성된 텍스트와 이미지로 구성된 교재에 실시간으로 오디오를 첨가하여 가상의 공간에서 칠판에 판서를 하듯 강의를 진행하는 형태로써, 화이트보드에서 변경한 것은 상대방의 화면에 바로 나타난다. 현재 실시간 원격 강의를 위해 여러 업체가 만든 전용소프트웨어의 형태로 보급되고 있다.

### 2.5 스크린 동영상 기능을 이용한 교재

스크린 동영상 기능을 이용한 교재는 스크린캡을 이용하여 제작된 교재이다. 스크린캡이란 PC의 화면에서 일어나는 모든 변화 및 사운드를 동화상의 형태로 녹화할 수 있는 프로그램으로, 이 프로그램을 이용하여 작성된 교육 자료를 원격교육에 활용할 수 있다. 스크린캡 파일은 스크린캡 플레이어를 통해서만 재생이 가능하므로 학습자의 컴퓨터에 스크린캡 플레이어가 설치되어 있어야 한다는 단점이 있으나, 실습위주의 원격강의에

적절한 교재를 제공할 수 있다.

### 2.6 사용자 상호 작용을 지원하는 교재

사용자 상호작용을 지원해 주는 교재는 주로 오쏘웨어나 튜브, 디렉터 등의 멀티미디어 저작 도구를 이용하여 만든 교재로서 학습자의 작용을 요구하여 그에 상응하는 반응을 보여주는 교재이다[17]. 즉, 사용자가 어떤 입력을 하였을 경우 그에 대한 답변이나 내용을 보여주는 방식이다. 이러한 형태의 교재는 현재 CD 타이틀로 많이 개발되어 학습자료의 제공에 사용되어 지고 있으며, 원격 강의에서는 네트워크 속도 때문에 문제가 있지만, 인터넷에서는 효과를 기대할 수 있는 형태의 교재이다. 이 교재는 학습자와 교수간의 상호작용을 요구하는 경우에 효과적으로 사용될 수 있다.

### 2.7 VOD 시스템을 이용한 교재

주문형 비디오 시스템으로서, 교수가 비디오 등으로 작성한 동영상교재를 서버에 올려 두면 학생은 원하는 시간에 원하는 자료를 요청하여 볼 수 있는 형태의 교재이다. VOD 시스템을 이용하는 교재는 다양한 형태의 고용량의 데이터가 담긴 교재도 제작이 가능하며, 가장 실감나고 학생들의 주의를 집중시킬 수 있는 교재이다[18].

## III. 원격강의 교재에 따른 통신대역폭

우리는 앞에서 제시한 7가지의 원격강의 교재에 사용되어지는 각 매체별 분석을 통해, 강의 교재의 크기와 요구 통신 대역폭을 살펴봄으로써 현재의 통신환경에서 제공되어질 수 있는 원격강의의 형태와 교재를 분석할 수 있다.

### 3.1 멀티미디어 데이터의 표준 전송 대역폭

1980년대 후반부터 1990년대 전반에 이르기까지 디지털 정보압축기술이 엄청난 속도로 발전됨에 따라, 수많은 종류의 멀티미디어 데이터가 세상에 발표되면서 멀티미디어 정보기술의 표준이 필요하게 되었다. 이에 지식, 과학, 기술 및 경제 활동의 분야에서 국제 표준의 개발과 추진을 받고 있는 국제 표준화 기구인 ISO(International Organization for Standardization)와 ITU(International Telecommunication Union)에서는 멀티미디어 데이터에 대한 국제 표준을 표 1과 같이 제시하고 있다[19].

표 1. 멀티미디어 부호화의 국제표준

분류	국제표준명	전송 속도
동영상	ISO-MPEG-1	1~1.5Mbps
	ISO-MPEG-2	5~30Mbps
	ITU-T H.261	64~1,920Kbps
정지영상	ITU-T/ISO-JPEG	64Kbps
음성	ITU-T G.711	64Kbps
	ISO-MPEG-1 오디오	64~192Kbps

### 3.2 단순 텍스트 매체

텍스트 파일은 파일의 크기가 매우 작으므로 통신망을 통해서 쉽게 상대방에게 전달되어질 수 있다.

현재 텍스트 파일의 경우, 디스플레이의 해상도 800×600에서 1페이지 분량의 파일 크기는 2Kbyte 정도로 완전한 1페이지에 16kbps 정도의 통신대역폭이 요구된다. 그러므로 대략 1시간의 강의에 필요한 페이지의 수를 10페이지정도로 잡고 볼 때 강의에 필요한 텍스트 파일의 크기는 20~30Kbyte 정도가 될 것이며, 현재 우리가 사용하고 있는 통신 대역폭에서 10초 정도면 완전히 전송될 수 있다. 따라서, 우리가 원격강의를 하는데 있어 텍스트만을 사용하는 경우에는 전혀 문제없이 실시간 강의가 진행될 수 있으나 단순 텍스트 교재의 경우는 많은 양의 데이터를 포함하는 비실시간 정보의 제공에 적합하다.

### 3.3 정지영상 파일

정지영상(still image)이란, 시간에 따른 움직임이나 변화가 없는 하나의 화면으로 이루어진 영상을 말한다.

영상의 품질은 화면에 상연되는 영상이 얼마나 선명한가를 나타내는 것으로 픽셀의 깊이(Depth)와 영상의 해상도(Resolution)에 따라 결정된다. 픽셀의 깊이와 해상도는 영상 파일의 크기와 직접 연관되는 요소로, 아래의 식은 비트맵 영상에 필요한 저장 공간을 계산하는 공식이다.

$$\text{영상의 저장 공간} = \text{해상도} \times \text{픽셀의 깊이}$$

픽셀의 깊이는 색을 표현하기 위해 사용되는 비트들의 수(bit per pixel : bpp)를 의미하며, 해상도는 영상을 표현하기 위하여 사용되는 픽셀의 수를 의미한다.[20]

현재 우리가 일반적으로 사용하고 있는 컴퓨터 디스플레이의 표준은 800×600 해상도에 64K 컬러이다. 이 정도의 정지 영상을 만들 경우 1개의 그림이 1MB에 가까운 파일의 크기를 가진다. 현재의 통신망 대역폭을 28.8Kbps라고 가정했을 때 1개의 그림을 전송하는데는 약 5분 정도의 시간이 소모된다. 이러한 전송률로는 원활한 정보의 제공이 어려우므로 파일의 크기를 줄여야 하는데, 먼저 영상 파일의 크기를 줄이는 방법은 해상도를 낮추고 픽셀의 깊이를 줄이는 방법이 있다. 만약, 현재 통신망의 대역폭이 28.8Kbps라고 가정했을 때 초당 약 3.5KB의 정보량을 전송할 수 있는데, 초당 한 개의 정지 영상 파일을 전송하기를 원한다면 256컬러에 해상도를 80×48 정도로 하면 가능하다.

해상도와 픽셀의 깊이를 조정하여 영상의 크기를 줄이는 방법 외에 또 한가지 다른 방법은 영상파일을 저장할 때 여러 가지 압축 기술을 사용할 수 있다.

표 2. JPG포맷과 GIF포맷의 파일크기(200×100)

종류	JPG 포맷		GIF 포맷	
	24bpp	8bpp	8bpp	4bpp
파일 크기	3.6KB	2.8KB	2.9KB	2.2KB

표 2는 우리가 일반적으로 웹(WWW)에서 사용하는 JPG 포맷과 GIF 포맷으로 압축된 정지영상의 파일 크기를 나타낸 것이다. 200×100해상도와 8픽셀의 깊이를 가진 영상을 전송하기 위해서는 약 22Kbps 정도의 통신대역폭이 요구된다.

따라서 텍스트(반 페이지)와 정지영상(200×100)을 포함한 형태의 강의 교재를 제공하기를 원한다면 약 30Kbps 정도의 통신 대역폭이 요구된다. 따라서, 요즘 일반 가정에서 사용하는 모뎀의 전송속도가 33.6Kbps를 지원한다고 할 때 충분한 실시간 강의가 가능하며, 또한 많은 이미지 데이터를 포함한 자료의 제공은 비실시간 전송을 통하여 제공되어 질 수 있다.

### 3.4 오디오 매체

오디오 사운드의 제공은 텍스트 매체를 이용하는 경우의 지루함을 줄여주고 학습자를 학습내용에 집중하게 할 수 있기 때문에 원격강의의 질을 높이기 위해서는 필수적으로 지원되어야 하는 기능이다.

사람의 음성은 약 4KHz의 대역폭을 가지고 있는데, 샘플링 이론에 의해 8KHz로 샘플링하여 사람의 음성을 파형 코드화 할 경우, 16Kbps 이상의 정보량을 사용하면 음원을 그대로 재현할 수 있어 좋은 음질(Sound Quality)을 유지할 수 있게 된다.

아래의 식은 디지털 녹음에 필요한 디스크 공간을 계산하는 공식이다. [21]

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

현재 통신망에서 일반적으로 사용되는 음성 정보는 8비트의 데이터 크기와 8KHz의 샘플링으로 디지털화 시키는 것을 표준으로 삼고 있다.[22]

음성을 1분간 샘플링 하는데는 최소 468KB 정도의 저장공간이 필요하다. 따라서, 원격강의 1시간(50분)을 기준으로 오디오 파일의 크기를 계산하면 최소 23.4MB(468KB×50분)라는 저장공간이 요구된다. 그러나, 현재 구축되어있는 통신망에서의 파일 23.4MB의 전송은 엄청난 시간을 필요로 한다. 그러므로 이러한 음성 데이터를 통신망에서 전송하기 위해서는 압축의 기술이 적용되어야 할 것이다.

다음의 표 3은 통신망 표준으로 저장된 음성파일을 현재 통신망에서 가장 많이 활용하고 있는 RealAudio형태의 파일로 변환하였을 때의 파일의 크기를 나타낸다.

표 3. RealAudio형태의 파일의 크기

Audio 재생률 (Kbps)	RA파일로 변환후의 파일 크기(KB/분)	1시간 분량의 파일 크기 (MB/50분)	요구되는 대역폭 (Kbps)
5	38.4	1.92	5.24
6.5	50.7	2.54	6.92
8.5	66.5	3.33	9.08
15.2	118	5.9	16.1

표 3에 조사된 결과를 보면 15.2Kbps의 재생률로 음성파일을 변환하였을 경우 16.1Kbps이상의 통신 대역폭이 요구되고, 8.5Kbps의 재생률로 변환하였을 경우는 9.08Kbps의 이상의 통신대역폭이 요구되는 것을 알 수 있다. 이것은 현재 전화선을 이용한 통신대역폭이 28.8Kbps이상을 지원하지 않는 것을 볼 때, 충분히 음성데이터를 디지털화하여 실시간에 전달할 수 있다. 음성데이터는 텍스트와 이미지를 포함한 교재와 동시에 전송될 필요는 없다. 따라서, 먼저 텍스트와 이미지를 포함한 페이지를 학습자에게 전송한 후와 다음 페이지를 전송하기전의 허용시간에 음성데이터를 전송한다면 현재의 통신환경에서도 충분한 실시간 강의가 가능하다.

### 3.5 화이트보드 기능의 파일 시스템

현재 우리가 원격강의에 적용하여 사용할 수 있는 화이트보드 형식의 파일 포맷은 국내의 영상 소프트웨어에서 개발한 GVA파일 시스템을 들 수 있다.

표 4. GVA 파일의 시간별 파일의 크기

	1분	5분	10분	50분
파일의 크기	52KB	260KB	520KB	2.54MB

표 4는 GVA 파일의 크기를 조사한 것으로, 표를 보면 800×600 해상도로 파일을 저장하였을 경우 음성을 제외한 약 1분 분량의 파일은 약 52KB 만큼의 크기를 가진다. 따라서 음성을 제외한 GVA 파일을 통신망에서 제공한다면 약 7Kbps정도의 대역폭이 요구된다. 그러나 GVA 시스템은 음성과 페이지 정보를 동시에 전송하여야 하기 때문에 페이지 정보의 전송에 약 7Kbps의 대역폭을 사용하고, 음성의 전송에 16Kbps정도의 대역폭을 사용한다면 약 23Kbps정도의 통신대역폭으로 실시간 강의가 가능하다. GVA 시스템을 개발한 영상 정보 시스템은 약 14.4Kbps 정도의 통신대역폭이 확보되면 충분한 원격강의가 이루어 질 수 있다[23]고 말하고 있으나 양질의 강의를 제공하기 위해서는 28.8Kbps 이상의 대역폭이 확보되어야 한다.

### 3.6 스크린 동영상기능을 이용한 시스템

스크린 동영상 기능을 이용한 시스템으로는 로터스사의 스크린캠이라는 프로그램으로 만들어지

는 파일 포맷이 있다.

스크린캠 파일은 컴퓨터에서 발생하는 윈도우와 마우스의 이벤트를 스크린 캡처방식으로 화면을 만들고 이와 동시에 오디오 파일을 생성하여 하나의 파일로 묶음으로써 움직이는 화면과 소리를 동시에 재생할 수 있도록 지원한다. 스크린캠 파일의 특징의 하나는 오디오 파일을 압축하여 저장할 수 있다는 것이다. 스크린캠 파일에서 오디오 파일을 압축하지 않고 일반 PCM 방식으로 저장을 한다면 초당 약 10.8KB의 저장공간을 요구하게 되고, 압축 방식인 ADPCM 방식으로 소리를 저장하면 절반정도인 초당 약 5.5KB의 저장공간을 요구하게 되어 스크린 영상 파일의 크기를 줄일 수 있다.

표 5. 스크린캠 파일의 크기 (KB/초)

	Screen		ScreenCam 파일	
			PCM	ADPCM
640×480	16bpp	26.5	37.2	31.9
	8bpp	6.7	17.5	12.2
	4bpp	3.1	14	8.6

표 5를 보면 640×480 모드에서 4픽셀의 깊이로 화면을 저장하고 소리를 ADPCM 방식으로 압축한 파일의 경우 69Kbps정도의 전송속도가 요구된다. 따라서 스크린캠 파일의 경우 최소 70Kbps정도의 통신 대역폭이 확보되어야 양질의 강의를 제공할 수 있어 초고속통신망의 완전한 보급전까지는 모뎀을 통한 강의의 진행은 어려우며, 네트워크가 설치되어있는 인터넷의 환경에서는 활용되어질 수 있다.

### 3.7 사용자 상호작용을 지원하는 시스템

앞에서 움직이는 영상의 대상으로 삼은 GVA 파일과 스크린캠 파일은 단방향의 정보만을 제공할 수 있다. 그러나 교육은 학습자와의 상호작용을 지원하는 형태의 교재가 제공되어야 한다. 그 하나의 방법으로 멀티미디어 제작도구를 이용하여 자료를 만들어 제공하여줄 수 있는데, 예를 들어 오스웨어라는 응용프로그램을 사용하여 학습 자료를 제공할 경우 한 페이지의 크기는 약 2KB 정도의 파일크기를 가지는데 이것은 약 16Kbps정도의 통신대역폭만 확보된다면 충분히 학습자에게 정보를 전달할 수 있다. 그러나 이 시스템에서는 사용자의 반응을 즉각 전송 할 수 있어야 하기 때문에 약 두배의 전송속도가 요구된다. 또, 이러한 파일은 한꺼번에 많은 정보를 포함하여 제공되어 질 수 있는데, 100페이지 정도의 학습자료를 제공한다면 약 1.2MB정도의 파일 크기로 제공될 수 있어 약 5분정도면 모뎀의 접속을 통해서도 학습자에게 제공되어질 수 있다.

### 3.8 동영상

앞에서 살펴본 내용 외에 우리는 통신상에서

완전한 동영상의 구현을 원한다. 동영상(moving image)은 시간에 따라 변화하며 단위 시간에 보여지는 화면들이 여러 개 모여서 하나의 움직이는 영상을 이루는 것을 말하는데, 실제 앞에서 설명된 GVA 파일과 스크린캡 파일은 진정한 의미의 동영상이라고는 보기 힘들다.

동영상의 품질은 프레임(Frame)이라 부르는 하나의 정지영상이 단위 시간에 얼마나 일정한 간격으로 제공되느냐에 따라 좌우된다.

다음의 식은 동영상 파일의 대역폭(bandwidth)을 계산하는 식이다[24].

$$\text{동영상 파일의 대역폭(byte/sec)} = (\text{영상의 해상도} \times \text{영상의 픽셀 깊이} \times \text{프레임 수}) \div 8$$

예를 들어 600×800 해상도의 정지영상 8비트의 픽셀 깊이로 10프레임의 속도로 재생할 경우를 계산하여 보면 4.58Mbyte/sec의 대역폭이 요구된다. 이렇게 동영상의 경우는 정지영상 보다도 파일의 크기가 훨씬 크기 때문에 더욱더 압축기술이 많이 요구된다. 동영상 파일의 포맷으로는 MPG, MOV, AVI 등이 많이 사용되고 있다.

동영상 파일의 기본형식은 AVI 확장자를 가지는 파일이다. AVI 파일의 경우 800×600 해상도의 풀(Full)화면과 8bpp의 픽셀깊이의 화면을 초당 한 프레임으로 저장하여 만든다면 초당 468KB의 공간을 차지한다. 이러한 상태로는, 네트워크에서 사용하기가 어렵다. 따라서 이 AVI 파일을 압축하는 방법을 사용하여야 할 것이다. 실제 우리가 동영상을 학습에 사용하기 위해서는 200×300정도의 화면크기는 제공되어야 한다. 이러한 크기로 동영상을 제공할 경우 초당 약 520KB 정도의 저장 공간이 요구되고 RA파일의 형식으로 압축이 되더라도 초당 약 50KB 정도의 파일 크기를 가지게 되어 약 400Kbps이상의 통신 대역폭이 요구된다.

#### IV. 통신망의 현재와 교재의 선택

원격강의 시스템을 도입하기 위해서는 현재 구축되어 있는 네트워크와 통신망의 실제 대역폭을 조사하여, 통신망에서 지원되는 대역폭에 따른 교재의 선택이 이루어져야 한다.

##### 4.1 통신 대역폭의 현재

현재 국내에 가상대학 구축을 위해 결성된 단체는 대표적으로 6개의 기관으로 나뉘어져 있다. 가장 많은 대학이 결성하고 있는 단체는 한국 대학 가상교육 연합으로 총 37개 대학교가 가입되어 있고, 9개 대학이 결성되어 있는 한국 가상대학 연합과 11개 대학이 가입된 열린 사이버대 연합도 가상대학 시스템의 구축과 확장의 대표적인 연합이다.[25]

동의대학교에서 네트워크를 통해 국내의 대학들

중 가상대학 시스템을 구축하고 있는 대학들간의 통신 대역폭을 연합별로 나누어 조사한 결과 평균 대역폭은 약 60~120Kbps 정도로 조사되었고, 동의대학교에서 부산의 기업들간의 통신 대역폭은 60~90Kbps 정도로 조사되었다.

표 6. 가정에서 모뎀을 이용한 통신 대역폭

접속대상	33.6Kbps 회선	56Kbps 회선
하이텔	19.1	47.1
천리안	28.1	64
나우누리	29.1	57
동의대학교	26.77(28.8Kbps 회선)	

표 6은 가정에서 56Kbps를 지원하는 모뎀을 가지고 전화선을 통해 200Kbyte 크기의 파일을 전송 받을 때의 평균 대역폭을 조사한 것이다. 표에서 보는 것과 같이 33.6Kbps 회선으로 접속을 하였을 경우 하이텔을 제외하고는 28Kbps 정도의 통신대역폭이 확보되는 것을 알 수 있으며, 56Kbps 회선으로 접속을 하였을 경우는 모든 통신회사가 50Kbps 정도의 통신 대역폭을 확보할 수 있는 것으로 조사되었다. 그러나 56Kbps 회선의 경우 접속회선의 수보다 사용자의 수가 많아 접속 성공률에서 상당히 불안정함을 나타내었다. 현재, 28Kbps 정도의 통신대역폭이 지원되는 경우 음성과 텍스트 기반의 원격강의가 가능하므로, 56Kbps 회선의 확충과 일반화된 보급이 이루어지기 전까지는 접속성공률과 접속안정성이 높은 33.6Kbps 회선을 통해 원격강의가 제공되어야 할 것이다.

앞에서 조사된 것에 의하면, 네트워크를 통한 대학간과 기업들간에서는 완전한 동영상형태의 원격강의를 제외한 모든 형태의 강의가 가능하며, 가정에서 모뎀을 이용하는 경우에는 스크린 동영상과 완전한 동영상 형태의 강의를 제외한 모든 강의의 진행이 가능하다.

#### V. 결론

본 연구에서는 원격 교육에 필요한 정보 기술을 연구하기 위해 원격 교재의 종류를 7가지로 분류하고 정리한 후 각 교재 종류별 요구 대역폭을 조사하였으며, 현재 원격 교육의 통신 인프라로 사용될 수 있는 주변 통신망의 대역폭을 조사하였다.

종류별로 분류한 7가지의 교재 형태 중 앞의 3가지 형태인 텍스트, 이미지 및 오디오의 비 실시간 서비스는 기존 모뎀 및 국내 네트워크에서 실시간으로 서비스 가능한 것으로 분류되었으며, 화이트보드 기능을 이용한 교재는 오디오의 음질을 낮출 경우 기존의 저속 통신망에서도 서비스 가능한 것으로 조사되었다.

동영상의 초보 단계인 스크린 동영상은 최소 70Kbps의 통신대역폭을 요구하므로 기존 모뎀에

서는 사용할 수 없으며, 기존 통신망이 확충되어 네트워크의 속도가 안정되게 개선된다면 향후 서비스 가능할 것으로 예상되며, 인트라넷에서는 현재 시점에서도 서비스 가능하다.

멀티미디어 환경에서 사용자 상호 작용을 지원하는 교재는 제작된 교재 파일에 교재 내용과 실행 모듈이 함께 포함되어 있어 기존 통신망을 이용한 실시간 서비스는 어렵지만 사용자의 PC에 다운 로드 받아 강의 내용을 보기에는 적합한 용량으로 조사되었다.

MPEG-1 수준의 동영상을 전송하기 위해서는 최소한 1.5Mbps이상의 대역폭이 지원되어야 하는데, 현재와 같은 통신 환경에서는 구현되기 힘들며, 2015년 국가 전체가 초고속 국가 정보 통신망으로 완성되고 나면, 전국 어디에서도 HDTV급의 영상정보 서비스와 멀티미디어 자료의 실시간 서비스를 받을 수 있을 것으로 기대된다.[26]

이상에서 살펴본 것처럼 교재 종류별 요구대역폭이 다르고 기존 통신망의 대역폭이 제한이 있으므로 원격 교육 환경에 적합한 교재 형태를 적절히 선택하여 교재를 제작하고 서비스해야 한다.

그러나 원격강의의 활성화와 확산을 위해서는 교육 자료에 대한 연구뿐만 아니라 교수 방법의 변화에 따른 교수와 학습자간의 상호작용의 변화에 대한 연구가 뒤따라야 할 것이다. 이러한 교재와 매체 및 교육 방법에 대한 연구가 바탕이 될 때 국가 초고속 통신망이 확장과 함께 초고속 정보 통신망을 기반으로 한 사회 전반에 대한 폭넓은 교육의 기회를 제공하는 초석을 다질 수 있을 것이다.

#### [참고 문헌]

[1] 교육개혁 위원회, "신 교육 체제 수립을 위한 교육 개혁 방안(III)", 1996  
 [2] 정기동의 2명, "인터넷과 컴퓨터 이용교육", 한국 멀티미디어 학회지, 제 2권 제 1호, 한국 멀티미디어 학회, pp.114~126, 1998년 9월  
 [3] 황대준, "가상대학의 현황과 발전방향", 정보과학회지, 한국정보과학회, pp.6~14, 1998년 10월  
 [4] 황대준, "사이버 교육과 지역 정보화", 종로구청 강연회, 1998년 4월  
 [5] 박순원의 3명, "ATM기반의 분산 주문형 강의 서비스를 위한 시스템 구성 및 동기화 모델", 한국정보과학회 봄 학술 발표논문집, 한국정보과학회, pp.341~344, 1997년  
 [6] 황병렬의 2명, "원격교육 시스템의 설계 및 구현", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 한국정보과학회, pp.567~570, 1997년  
 [7] 허윤정의 3명, "웹을 이용한 원격 교육 시스템 개발", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 한국정보과학회, pp.571~574, 1997년  
 [8] 이기호, 최윤희, "웹 그룹웨어 원격교육 시스템의 설계 및 구현", 한국정보과학회 논문지(C)

제 4권 제 1호, 한국정보과학회, pp.126~134, 1998년 2월

[9] 이부회의 4명, "웹 기반의 초등학교 도형학습을 위한 지능형 양방향 원격교육시스템의 개발", 한국멀티미디어학회 춘계학술 발표논문집, 한국멀티미디어학회, pp.308~313, 1998년

[10] 변광준의 2명, "멀티미디어 원격상담 도우미의 설계 및 구현", 정보과학회 논문지(C) 제 4권 제4호, 한국정보과학회, pp.418~426, 1998년 8월

[11] 김인홍, "초고속망과 멀티미디어 응용 서비스 시스템", 한국 멀티미디어 학회지, 한국 멀티미디어 학회, 1997년 12월

[12] 이승근의 4명, "WWW상에서의 CORBA기반 교육 시스템의 설계", 한국정보과학회 봄 학술발표논문집, 한국정보과학회, pp.589~592, 1997년

[13] 김상진의 4명, "CORBA 기반 실시간 원격 멀티미디어 교육 시스템", 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 한국정보과학회, pp.555~558, 1997년

[14] 황기태, 최창열, "원격학습을 위한 멀티미디어 서버의 설계 및 구현", 정보과학회 논문지(C) 제 4권 제3호, 한국정보과학회, pp.418~426, 1998년 6월

[15] 이달상, 이춘근, "가상대학 구축을 위한 AUTHORIZING TOOL에 대한 연구", 한국 멀티미디어 학회지, 한국 멀티미디어 학회, 1997년 12월

[16] 박귀자의 3명, "멀티미디어 저작도구를 이용한 인터넷용 코스웨어의 설계 및 구현", 한국멀티미디어학회 춘계학술 발표논문집, 한국멀티미디어 학회, pp.290~295, 1998년

[17] 방기찬, 조영식, 멀티미디어 개론, 기전연구사 pp.180~225, 1997

[18] 미래넷, 웹 교재 제작 시스템, 미래넷, 1999

[19] 김지관 역, 표준 ATM, 교보문고, pp.27-31, 1997

[20] S.V.Raghavan/Satish K.Tripathi, Networked Multimedia Systems, Prentice Hall, pp.77~107, 1998

[21] 나연목, 멀티미디어 개론, 생능출판사, pp.83-91, 1998

[22] 김명호의 1명, 멀티미디어 개념 및 응용, 홍릉과학출판사, 1997

[23] 영산정보통신(주), "가상대학 원격교육 시스템", 1999

[24] 천인국, 윤영택, "영상처리", 기한재, pp.37~58, 1998

[25] 한국 가상대학 연합, "98 가상대학 프로그램 시범운영 계획서", 1997년 12월

[26] 황대훈, 여인국, 멀티미디어 시스템, 정익사, pp.318-331, 1998