

사이버 교육 콘텐츠에 따른 트래픽 측정

천인혁⁰ 엄태랑 권란 이경근 송정희
 세종대학교 정보통신공학과, (주)텔레젠

(soriser⁰, tairang, kwon_lan, kglcc)@nri.sejong.ac.kr, jhsong@telezen.co.kr

A Traffic Analysis for Web based Distance Education

In-Hyuk Cheon⁰, Tai-Rang Eum, Lan Kwon, Kyung-Geun Lee, Jung-Hee Song
 Department of Information and Communications Engineering, Sejong University, Telezen

요약

본 논문에서는 웹 기반의 사이버 강의 시스템을 이용하여 사용자가 인터넷을 통해 교육을 제공 받을 때 발생하는 트래픽을 측정 분석하고 강의에서 제공되는 동영상, 음성 및 문서 등의 멀티미디어 콘텐츠들이 대역폭에 미치는 영향을 분석한다. 또한 강의형태에 따라 트래픽 모델을 제시하고 강의 콘텐츠의 구성에 따라 달라지는 전송대역폭과 사용자수에 따른 영향을 분석한다.

1. 서론

인터넷의 비약적인 발전으로 사용자 중심의 웹 서비스가 증가하고 있는 현재의 추세와 걸맞게 인터넷 사용자들은 컴퓨터 네트워크를 이용해 시공간적 제약을 뛰어넘어 자신이 원하는 정보를 얻을 수 있다. 이 같은 인터넷의 장점을 이용한 사이버 교육의 분야에서는 웹 기반의 강의 저작도구뿐만 아니라 사용자 중심의 인터페이스를 중요시 여기는 교육 시스템을 개발해 왔다. 기존의 연구는 원격 교육 시스템을 구성하거나 가상 대학과 가상 교실 등의 사이버 공간에서 화상회의 시스템을 통해 문자 또는 음성 채팅 등의 양방향 통신이 가능한 기능제공과 공유된 가상칠판을 사용해 강의자료 전송에 주력해 왔다[1]. 최근에는 독자적인 강의전용 뷰어를 제작해 강의재생, 저장, 판서, 애니메이션 등의 기능강화와 교수자가 강의를 진행함과 동시에 발언권 제어를 통해 일대다 교육이 가능하도록 설계하여 사이버 교육 시스템의 기술적 문제해상을 추구하고 있다[2]. 이러한 사이버 교육시스템의 발전으로 인터넷의 멀티미디어 트래픽은 가중되고 있으나 현재까지 사이버 교육 수강 시 발생하는 트래픽에 관한 연구와 보고는 미흡한 실정이다.

본 논문에서는 사이버 교육의 체계적인 분류와 강의 재생 시 전송되는 멀티미디어 트래픽을 측정, 분석하고[3,4,5] 강의를 진행하는데 사용되는 각각의 콘텐츠들이 대역에 미치는 영향을 파악한다. 서론에 이어 2장에서는 사이버 교육의 형태를 분류하고 3장에서 분류한 교육형태에 따른 트래픽 모델을 제시하고 4장에서 강의의 각 콘텐츠들이 전송될 때 대역에 미치는 영향을 분석하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 사이버 교육의 형태

사이버 교육의 형태는 크게 세 종류로 분류할 수 있다. 동영상 강의는 PC 카메라와 마이크를 이용하거나 캠코더를 사용해 교수자의 강의와 강의자료가 함께 녹화되어 수강자에게 제공된다. 자료형 강의는 동영상 또는 음성 강의에 별도의 강의 자료화면을 삽입함으로써 수강자가 교수자의 강의를 시청함과 동시에 강의자료화면을 제공받음으로써 동영상 강의보다 학습 효과를 높인 실제적인 강의 형태이며 또한 가장 일반적인 사이버 강의 형태로 분류할 수 있다. 대화형 강의는 강의 진행시 채팅 또는 음성대화를 통해 교수자와 수강자간에 양방향 커뮤니케이션이 가능한 강의로 가장 진보적인 형태이나 아직은 대규모로 확산되지는 않고 있다[2].

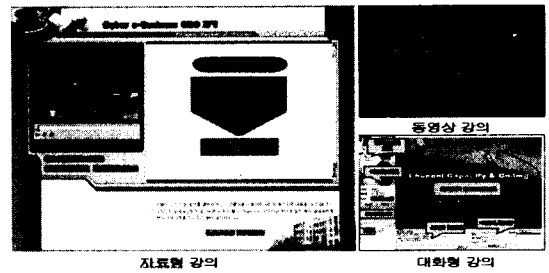


그림 1. 사이버 강의의 형태

표 1. 사이버 교육 형태에 따른 분류

강의 명칭	강의 구성 콘텐츠
동영상 강의	화상 + 음성
자료형 강의	화상+음성+강의자료(Image and Text)
대화형 강의	화상+음성+강의자료(Image and Text) + Interaction(Chatting or Voice Talking)

3. 사이버 교육의 형태에 따른 트래픽 모델

사이버 강의는 사용자가 교수자가 제작한 강의가 저장된 서버에 접속하여 동영상 및 강의자료를 전송 받는다. 따라서 일반적인 사이버 강의의 트래픽은 [그림 2]와 같이 스트리밍 트래픽과 임펄스 트래픽의 조합으로 구성된다.

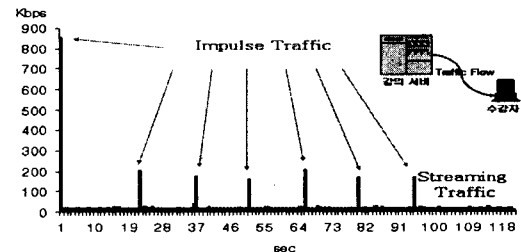


그림 2. 사이버 강의의 트래픽

3.1 스트리밍 트래픽의 분류와 특성

스트리밍 트래픽은 동영상 강의의 경우는 화면의 해상도, 화질로 음성강의의 경우는 표본화율(sampling rate)에 따라 평균 전송 대역폭이 결정된다.

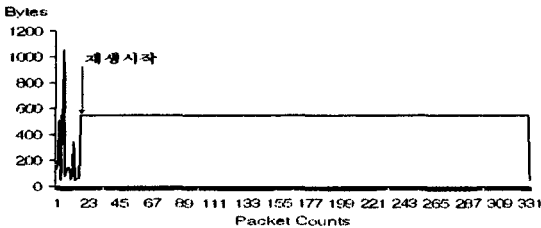


그림 3. 스트리밍 트래픽

[그림 3]은 음성 강의 수강 시 하향 전송되는 데이터 패킷의 순서에 따른 크기로 전송이 시작된 일정시점 이후부터 동일한 크기의 데이터 패킷이 꾸준히 전송됨을 나타내 보인다[4].

3.2 임펄스 트래픽의 분류와 특성

[그림 2]에서 스트리밍 트래픽을 제거하면 [그림 4]와 같은 임펄스 만의 트래픽을 볼 수 있다. 임펄스 트래픽은 웹을 통해 수강자가 강의를 선택하여 강의가 시작될 때 전송되는 스타트 트래픽과 강의도중 강의자료화면이 전환될 때 전송되는 화면 전환 트래픽으로 구분 할 수 있다.

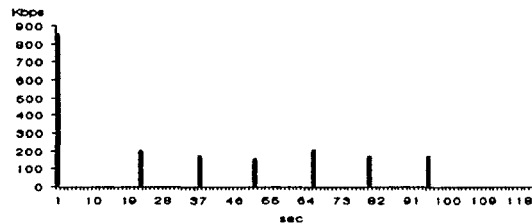


그림 4. 임펄스 트래픽

4. 사이버 교육 콘텐츠 구성 및 영향요소

사이버 강의의 가장 일반적인 형태인 자료형 강의는 동영상, 음성 그리고 강의자료 파일로 구성 되어있다. 콘텐츠 구성요소들이 전체 대역폭에 미치는 영향과 또한 다자 접속 시 사이버 강의 서비스 질에 영향을 주는 요소를 분석하면 다음과 같다.

4.1 동영상과 음성 콘텐츠에 따른 스트리밍 트래픽의 영향

스트리밍 트래픽을 발생 시키는 원인은 음성이나 동영상 콘텐츠이다. [그림 5]의 (a)부터(c)까지의 세 개의 그래프는 동영상 강의 트래픽이고 (d)는 음성강의 트래픽이다. [표 2]는 동영상과 음성 각 경우의 평균 전송 대역폭으로 샘플1(a)은 초당 비트 전송율이 251Kbps일때 249Kbps의 평균 전송 대역폭을 보였고 샘플2(b)는 초당 비트 전송율이 100Kbps일때 54Kbps, 샘플3(c)은 초당 비트 전송율이 33Kbps일때 20Kbps, 샘플4(d)는 초당 비트 전송율이 13Kbps일때 18Kbps로 평균 전송 대역폭이 변화 하였다.

표 2. 화질 및 표본화율에 따른 평균 전송 대역폭:단위[Kbps]

평균 전송 대역폭	샘플1 (a)	샘플2 (b)	샘플3 (c)	샘플4 (d)
	249	54	20	18

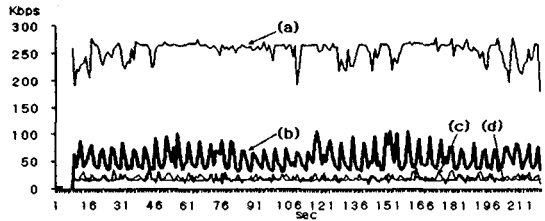


그림 5. 화질 및 표본화율에 따른 스트리밍 트래픽

4.2 강의 자료 형태에 따른 임펄스 트래픽의 영향

임펄스 트래픽은 스타트 트래픽과 화면전환 트래픽으로 구성 되는데 두 종류의 트래픽은 강의 콘텐츠 중 강의자료의 구성에 따라 변화한다. 강의 자료란 강의 진행 시 사용자에게 정확한 지식 전달을 위해 제공되는 일종의 강의 노트라고 할 수 있다. 강의 노트 각 페이지에는 그림, 사진, 수식 등의 이미지나 텍스트가 제공 될 수 있으며 삽입된 페이지에는 판서 즉 화이트 보드 기능이 제공된다. 강의 노트 각 페이지가 다음 페이지로 전환되는 것을 화면전환이라 정의한다.

본 절에서는 7개의 강의를 다음과 같은 4가지 변형요소를 적용하여 콘텐츠를 제작한 후 수강자가 각 강의 진행 시 서버를 통해 하향 전송되는 트래픽을 분석하였다.

표 3. 강의 콘텐츠의 변형 요소

변형요소 분류	콘텐츠 내용
강의자료에 삽입된 이미지 크기	동일 사이즈
	다른 사이즈
	사이즈 증가
강의자료에 판서 삽입 유무	직선, 곡선, 사각형 판서삽입 유
	판서 無
화면전환 횟수	5회, 6회, 20회
화면전환 간격	5초, 10초, 15초, 20초

[표 3]에 콘텐츠 내용에서 동일 사이즈의 경우 하나의 강의에 동일한 크기의 10KB와 또 다른 강의에 100KB의 이미지를 삽입하였고 다른 사이즈의 경우에는 10KB와 100KB의 서로 다른 크기의 이미지를 동시에 삽입하였으며 사이즈 증가의 경우는 10KB~20KB까지의 이미지를 순서대로 삽입하였다. 또한 판서삽입 유의 경우는 직선, 곡선, 사각형 등의 판서를 각 슬라이드에 5회씩 반복하였고 판서삽입 無의 경우는 판서를 사용하지 않았다. 강의 자료 슬라이드의 양에 따른 전송 트래픽을 분석하기 위해 화면전환을 5회, 6회, 20회 반복하였으며 화면전환이 6회 반복한 강의 중 일정한 간격을 두고 연속적으로 6회 화면전환을 발생한 강의와 3회씩 분리해 화면전환을 발생시킨 강의로 분류된다. 마지막으로 화면전환이 발생하는 간격을 5초, 10초, 15초, 20초의 4종류 강의로 구분하였다.

4.2.1 트래픽 크기에 따른 분석

[표 3]에 강의자료에 삽입된 이미지 크기가 동일하면 [그림 6]의 (a), (d)와 같이 화면전환 시 전송되는 화면전환 트래픽의 크기가 일정하고 삽입된 이미지 크기가 서로 다를 경우 (b), (c)와 같이 화면전환 시 전송되는 화면전환 트래픽의 크기가 상이하게 나타났다. 또한 강의자료에 삽입된 이미지 크기가 증가하면 (e)와 같이 화면전환 트래픽의 크기도 점차 증가하는 것을 보여준다. 각 강의자료 슬라이드에 직선, 곡선, 사각형 등의 판서를 삽입 했을 때의 파형은 [그림 7]의 (c)에 점선 그래프로 판서를 삽입하지 않았을 때의 실선 그래프 보다 스타트 트래픽 파형이 더 높다. (b)에서도 강의 초기에 (a)에 없는 스타트 트래픽이 전송됨을 나타내 보인다. 화면전환 횟수는 화면 전환 트래픽의 발생 빈도와 일치하며 화면전환이 발생한 시간에 따라 화면전환 트래픽의 간격이 변화한다.

4.2.2 임펄스 대역폭과 평균 전송 대역폭에 따른 분석

[표 4]는 [표 3]의 콘텐츠 변형요소에 따라 제작된 7개 강의에 스타트 트래픽이 전송될 때의 시작 대역폭과 화면전환 트래픽이 전송될 때의 화면전환 대역폭 그리고 강의 시작부터 종료까지의 전체 트래픽 평균인 평균 전송 대역폭을 보여준다.

표 4. 강의 별 임펄스 대역폭과 평균 전송 대역폭

강의	화면전환 대역폭 [Kbps]	평균 전송 대역폭 [Kbps]	
1	211	55	
2	181	32	
3	955	51	
강의	시작 대역폭 [Kbps]	평균 전송 대역폭 [Kbps]	
4	1169	30	
5	1332	31	
강의	1~3회 화면전환 대역폭 [Kbps]	4~6회 화면전환 대역폭 [Kbps]	평균 전송 대역폭 [Kbps]
6	184	936	49
7	937	187	49

강의자료에 삽입된 이미지 크기가 10KB와 100KB로 상이할 경우 강의6과 7에서처럼 화면전환 대역폭은 5배의 차가 발생한다. 또한 삽입되는 이미지의 크기가 동일할 경우 평균 전송 대역폭을 보면 10KB의 이미지를 삽입한 강의 2보다 100KB를 삽입한 강의3이 19Kbps 더 높은 대역폭을 점유함을 보여준다. 또한 직선, 곡선, 사격형의 판서를 삽입한 경우는 판서가 없을 경우 보다 소스파일 크기는 19KB 더 컸고 전송 시에는 강의4와 5같이 시작 대역폭에서는 163Kbps, 평균 전송 대역폭에서는 1Kbps 더 높은 대역폭을 나타낸다. 그러나 화면전환이 발생하는 시점에 따른 화면전환 간격은 임펄스 대역폭과 평균 전송 대역폭에 아무런 영향을 미치지 않는다. 따라서 평균 전송 대역폭에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 강의자료에 삽입되는 이미지 크기이다.

4.3 Multiuser에 따른 영향

강의 트래픽을 발생시키는 원인은 수강자의 요구이다. 다수의 수강자들이 강의를 동시에 수강 할 경우 다음과 같은 문제점이 발생한다. [그림 8]은 동일한 서버에서 4명의 수강자가 15~20초 간격으로 접속해 강의가 진행될 때의 각 수강자와 서버에서 발생하는 트래픽이다. (c)는 (b)에서 화면전환이 일어날 때 전송되는 임펄스 트래픽을 제거했을 경우 서버에서 측정된 파형으로 수강자가 증가 할수록 전송되는 대역폭이 순차적으로 증가함을 확인할 수 있다. 한편 (a)와 (d)는 수강자들이 서버에 접속할 경우의 전송되는 각각의 하향 트래픽 파형으로 수강자마다 화면전환이 발생한 시점이 모두 다르며 접속한 순서에 상관없이 딜레이가 발생했다. 따라서 사이버 강의에서 다수 사용자의 동시 수강은 서버에는 트래픽 집중으로 인한 과부하 문제를 수강자들에게는 강의 전송 지연을 유발시켜 비효율적인 강의 수강에 원인이 된다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

사이버 강의의 수강 시 전송되는 트래픽은 스트리밍 트래픽과 임펄스 트래픽으로 나눌 수 있고 전송 대역폭은 해상도, 화질, 표본화율(sampling rate)에 따라 임펄스 트래픽은 강의 자료 슬라이드의 크기와 페이지수에 따라 결정되는 것으로 나타났으며 그중 도착된 이미지나 동영상의 크기가 대역폭에 가장 큰 영향을 미친다.

사이버 강의의 사용자수가 급격히 늘어가는 추세에서 평균 전송 대역폭을 줄이면서 교육효과를 높이는 콘텐츠 구축 기준의 제정이 필수적이다. 콘텐츠의 구성요소 즉 텍스트, 이미지, 판서, 동영상의 적절하고도 효과적인 조합이 사이버 강의의 대역화, 고품질화에 있어 중요한 관건이라 생각된다.

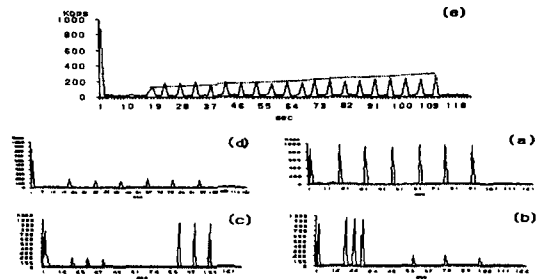


그림 6. 강의 콘텐츠 변형 요소에 따른 트래픽

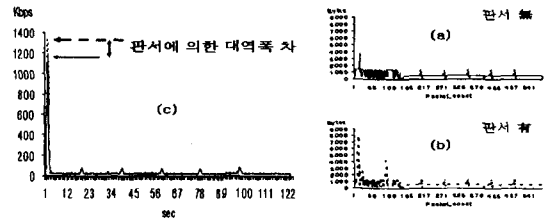


그림 7. 판서 유 vs 무에 따른 강의 트래픽

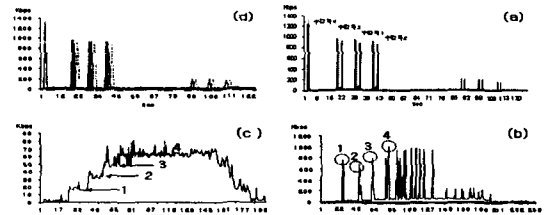


그림 8. 다중 수강자 vs 서버 트래픽

참고문헌

- [1]M.Mahran, M. Hashem, A. Mohamed, A.Taha, "Design And Implementation Of A Distance Educational System", IEEE MELECON 2002, Cario, EGYPT, May 7-9, 2002
- [2]Dunki Min, Eunmi Choi, Young-Tae Han, Deoksoo Hwang, Ja-Hwan Jung, "A Distributed Multimedia Conferencing System for Distance Learning", Multimedia software engineering, Proceedings. International Workshop on, Page(s): 88-95, 1998
- [3]Dmitri Loguinov and Hayder Radha, "End-to-End Internet Video Traffic Dynamics", Statical Study and Analysis IEEE INFOCOM 2002
- [4]Cohen, R.; Radha, H. "Streaming fine-grained scalable video over packet-based networks", Page(s): 288 -292 vol.1, IEEE GLOBECOM 2000
- [5]Rangel, V.; Edwards, R. "Performance analysis and optimisation of the digital video broadcasting/Digital Audio Visual Council cable modem protocol for the delivery of isochronous streams", Page(s): 430 -434 vol.1 GLOBECOM '01. IEEE , 2001