

웹 기반의 사이버 교육 트래픽 분석

천인혁[○] 이태석 신기정
 한국과학기술정보연구원(KISTI)
 {sorisera[○], tsyi, kjshin}@kisti.re.kr

A Traffic Analysis of Web based Distance Education

Inhyeuk Cheon[○] T.S Lee K.J Shin
 Dept. of Information Marketing, Korea Institute of Science and Technology Information

요 약

본 논문에서는 현재 웹에서 제공되는 사이버 강의를 수강자가 인터넷을 통해 제공받을 때 사이버 교육 콘텐츠들이 대역폭에 미치는 영향을 측정 분석한다. 또한 이더넷(Ethernet)을 통하여 스트리밍 형식의 사이버 강의를 수강할 경우 네트워크에 존재하는 여러 종류의 배경(Background)트래픽에 의하여 대역폭이 점유되므로 한정된 네트워크 환경에서는 강의 수강에 어려움이 있을것으로 예상된다. 따라서 콘텐츠의 원활한 전달을 위해 FTP(File Transfer Protocol)를 이용하여 배경 트래픽을 발생시켜 이때 측정되는 사이버 강의 트래픽을 분석하여 강의의 전달 특성과 문제점을 파악한다. 마지막으로 사이버 강의를 수강하는 학습자의 위치에 따라 네트워크 환경을 살펴본 후 각각의 환경에서 강의를 수강할 경우를 가정하여 실제 트래픽을 측정 분석함으로써 강의제작에 선행되어야 할 바람직한 조건을 제안한다.

1. 서 론

인터넷의 발전으로 사용자 중심의 웹 서비스가 증가하고 있는 추세와 겹치게 인터넷 사용자들은 컴퓨터 네트워크를 이용하여 시 공간적 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.[1] 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 가상 칠판을 사용해 강의자료 전송에 주력해 왔다.[2] 최근에는 독자적인 강의전용 뷰어를 제작해 강의재생, 저장, 판서, 애니메이션 등의 기능강화와 교수자가 강의를 진행함과 동시에 발언권 제어를 통해 일 대 다 교육이 가능하도록 설계 하여 사이버 교육 시스템의 기술적 문제해상을 추구하고 있다. 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 대표적인 형태의 강의 트래픽을 측정, 분석하고 강의를 진행하는데 사용되는 멀티미디어 콘텐츠가 대역에 미치는 영향을 파악한다.[3],[4],[5] 또한 강의 수강자가 강의 수강 도중 FTP(File Transfer Protocol), 전자우편(E-Mail), 웹(WWW) 등의 서비스를 동시에 제공 받을 경우 발생하는 배경 트래픽 하에서 전송되는 트래픽을 분석함으로써 발생하는 문제점을 서술하고 마지막으로 학습자가 강의를 수강하는 장소에 따라 달라지는 네트워크 환경을 분류하고 각각의 장소에서 트래픽을 측정 분석하여 강의제작에 선행되어야 할 바람직한 조건을 제안한다. 제 2 장에서는 사이버 교육을 구성하는 콘텐츠와 각 콘텐츠가 대역에 미치는 영향을 알아보고 제 3 장에서는 제한된 대역폭 환경인 배경 트래픽 하에서의 강의 트래픽을 분석하고 제 4 장에서는 수강자의 네트워크 환경이 강의 트래픽에 미치는 영향을 알아본 후 제 5 장에서 결론을 맺는다.

2. 교육 콘텐츠의 구성 및 영향요소에 따른 트래픽 분석

사이버 강의를 구성하는 교육 콘텐츠는 수강자에게 제공되는 학습자 교육용 뷰어(Viewer)의 구성과 설계에 따라 구성되는데 일반적으로 강의가 재생 될 때의 동영상 또는 음성 등의 멀티미디어 콘텐츠와 학습효과에 기여하기 위해 제공되는 TEXT와 IMAGE 판서 등의 강의 노트 또는 자료화면인 강의 자료 콘텐츠로 구성된다.

2.1 사이버 강의 콘텐츠의 구성과 프로토콜

본 절에서는 사이버 강의 콘텐츠의 구성에 따라 학습자 클라이언트로 전송되는 프로토콜의 분포를 살펴봄으로써 구성 콘텐츠의 용량과 전송 프로토콜의 수를 비교한다.[6] 그림 1은 강의자료 콘텐츠 용량은 108KB로 동일하게 하였고 멀티미디어 콘텐츠 중 동영상 콘텐츠의 인코딩 비트 레이트(Kbps)를 109, 148, 282, 340 Kbps로 변화시켜 동영상 콘텐츠 용량을 증가시킬 경우 각 콘텐츠 용량과 전송되는 프로토콜의 분포를 비교하여 나타내었다.

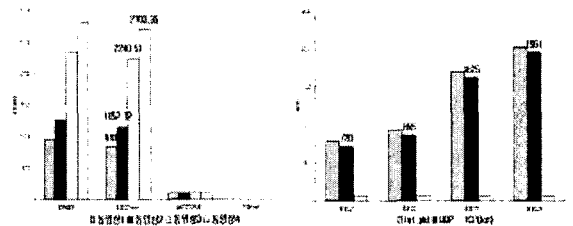


그림 1. 콘텐츠 구성 용량 vs 프로토콜 분포

그림 1의 두개의 그래프를 비교해보면 강의자료 콘텐츠의 용량이 모두 동일할 경우에 전송 프로토콜 중 TCP는 75, 78, 78,

76개로 일정하였으나 동영상 콘텐츠의 용량이 841, 1157.12, 2240.51, 2703.36KB 으로 증가하였을 경우에 UDP는 720, 865, 1625, 1961개로 증가함으로써 동영상 콘텐츠는 UDP를 통해 전송되며 멀티미디어 콘텐츠의 용량이 증가 할 경우 전송되는 UDP 데이터 패킷의 수도 증가함을 나타낸다.

2.2 동영상과 강의자료 콘텐츠에 따른 트래픽 영향

표 1. 동영상 / 강의자료 콘텐츠에 따른 트래픽

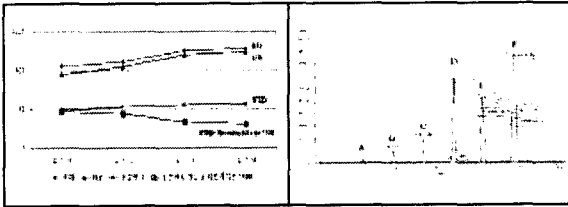


표 1의 좌측 그림과 표 2는 2.1절에서 언급한 동영상 콘텐츠가 강의서버에서 학습자 클라이언트로 하향 전송 될 때 초당 전송 대역폭의 최대값, 최소값, 표준편차 그리고 표준편차를 엔코딩 비트 레이트(Kbps)로 나눈값을 통하여 분석한 것으로 엔코딩 비트 레이트가(Kbps)가 증가하면 대역폭의 진폭과 표준편차가 증가하지만 엔코딩 비트 레이트(Kbps)에 대한 대역폭의 편차는 감소하는 것을 나타냄으로써 네트워크 대역폭 측면에서는 엔코딩 비트 레이트(Kbps)가 큰 고화질의 동영상 일수록 보다 안정적인 전송이 이루어짐을 예측할 수 있다. 표 1의 우측 그림은 6장의 프리젠테이션 화면에 서로 다른 임의의 크기의 이미지 파일을 삽입한 것으로 10, 100, 219KB, 1, 1.12, 2MB의 임의의 이미지 파일을 첨부 하였을 때 강의자료가 전송될 때 측정되는 화면전환 대역폭을 나타낸다.

표 2. 동영상 콘텐츠에 따른 대역폭

대역폭	동영상1 (109Kbps)	동영상2 (148Kbps)	동영상3 (282Kbps)	동영상4 (340Kbps)
최대	134.51	174.99	338.16	373.32
최소	82.73	127.27	256.63	303.14
표준편차	9.91	11.42	13.32	13.95
표준편차/엔코딩 비트레이트*100	9.09	7.72	4.72	4.10

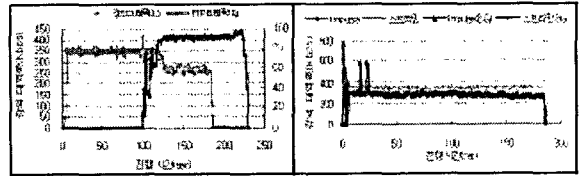
표 3. 강의자료 콘텐츠에 따른 대역폭

A	155.31	
B	921.42	
C	1762.48	
D	450.3	6790.2
E	5225.29	4058.44
F	3354.56	8647.45
		4230.5

표 3은 이때 측정된 대역폭으로 A~F 6개의 프리젠테이션 화면이 전환될 때 삽입되는 이미지 파일의 용량이 커질수록 전송 대역폭도 증가함을 나타낸다. 또한 1MB이상의 비교적 대용량의 이미지 파일이 삽입된 화면에서는 대역폭이 분할되어 전송되므로 이미지 파일 용량이 큰 경우 네트워크를 통한 원활한 데이터 전송에 장애를 겪게되어 학습자가 강의를 수강하는데 있어 불합리한 요인을 제공하는 것으로 예측할 수 있다. 따라서 가급적 프리젠테이션 화면 내에 1MB 이상의 대용량 이미지 파일의 사용은 피하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

3. 제한된 대역폭 LAN 환경에서의 교육 트래픽 분석

표 4. 제한된 대역폭 LAN 환경에서의 대역폭



이더넷에서 웹 기반의 사이버 교육을 이용할 경우 단 하나의 서비스만 이루어지는 것이 아니라, 다른 목적의 사용자들로 인해 일상생활에서 사용하는 트래픽(예를 들면, 파일전송(FTP), 전자우편(E-Mail), 웹(WWW) 등으로 인해서 네트워크의 대역폭을 공유하여 사용한다. 만약 네트워크의 자원이 한정되어 있을 경우, 대역폭 보장이 요구되는 웹 기반의 사이버 교육을 진행할 경우, 대역폭의 한계 상황에서 정상적인 사이버 교육을 진행할 수 없을 것이다. 사이버 교육의 전송 프로토콜은 TCP나 UDP를 사용하는데 본 장에서는 UDP 데이터 전송을 주로하는 유니캐스트 방식의 스트리밍과 웹을 포함하는 사이버 교육 시스템을 이용하여 100Mbps의 이더넷 환경에서 높은 배경(Background) 트래픽을 발생시켜 대역폭이 제한된 상황 가운데 서로 다른 강의를 수강 할 경우 문제점을 분석해 보도록 한다. [7],[8] 표 4의 좌측 그림은 엔코딩 비트 레이트를 340Kbps로 한 스트리밍 강의를 수강하는 도중 FTP를 이용하여 89.9Mbps의 배경(Background) 트래픽을 발생 하였을 경우의 강의 대역폭으로 FTP 대역폭이 안정상태를 유지하는 120초 이후에 평균 대역폭은 267.3 Kbps로 감소하였다. 배경 트래픽이 없는 상태에서는 340Kbps로 꾸준히 유지되어야 하지만 사이버 강의 트래픽은 배경 트래픽으로 인한 재역제한으로 크게 영향을 받는 것을 알 수 있다. 이 경우 클라이언트의 멀티미디어 재생기에서는 파일 전송 이후의 재생기 잔여 시간인 60초 동안 5초 정도의 버퍼링이 4~5회 반복 되었다. 버퍼링 시간을 제외한 40초 동안 음성부분은 무리 없이 재생되었지만 동영상 시청은 화면 끊김으로 인해 원활한 전달에 문제가 있는 것으로 나타났다. 표 4의 우측 그림은 배경 트래픽이 없는 환경에서 측정된 대역폭을 동시에 나타내었는데, 위쪽에 나타나는 배경 트래픽이 없는 환경에서 340Kbps의 스트리밍 강의 대역폭과 아래쪽의 89.9Mbps 배경 트래픽이 강의 전반에 걸쳐 영향을 미칠 때의 강의 대역폭으로 배경 트래픽이 없을 경우의 강의 대역폭 보다 있을 경우의 강의 대역폭이 평균 48.4Kbps 낮게 측정 됨으로써 현저한 차이를 관찰할 수 있다. 그 결과 동영상 재생에 있어서는 강의 음성 청취만 가능하였고, 화면 끊김 현상이 빈번히 발생되었다. 본 장에서는 100Mbps 이더넷에서 배경 트래픽을 발생시켜 한정된 네트워크 대역폭 상황에서 웹 기반의 스트리밍 서비스를 이용한 사이버 교육의 강의 트래픽을 측정 및 분석 하였다. 전형적인 형태의 사이버 강의 트래픽을 분석한 결과 네트워크에서 배경 트래픽이 클 때 전송되는 스트리밍 양은 적어지는데 서버는 데이터를 부분적으로 전송하며 음성 데이터가 동영상 보다 우선하는 것을 알 수 있다.

4. 네트워크 환경 변화에 따른 사이버 교육 트래픽 분석

수강자가 사이버 강의를 직장에서 수강 할 경우 수신속 네트워크를 이더넷(Ethernet) 통한 LAN(Local Area Network) 환경으로 가정한다면 최대 100Mbps의 대역폭을 가지나 실제로 측정된 결과 89.9Mbps로 89.9%의 대역폭을 사용가능한 것으로 측정되었다. 또한 가정에서 ADSL을 통해 수강 할 경우 최대 1.5Mbps의 대역폭을 가지나 실제로 측정된 결과 800Kbps로

52.08%의 대역폭이 사용가능한 것으로 나타났다. 위 사실을 바탕으로 서로 다른 두개의 환경에서 높은 엔코딩 비트 레이트를 가지는 764, 1128Kbps의 스트리밍 동영상 강의를 수강할 때 측정되는 대역폭을 분석하였다. 그림 2는 764와 1128Kbps 엔코딩 비트 레이트의 강의를 사무실과 집에서 수강 할 경우의 대역폭으로 아래쪽 집에서 측정된 강의 트래픽이 강의 시작 후 약 14~22초부터 급격한 대역폭의 감소가 나타났다. 이때의 강의 상태를 살펴보면 두 경우 모두 음성은 청취할 수 있으나 영상은 볼 수 없었다.

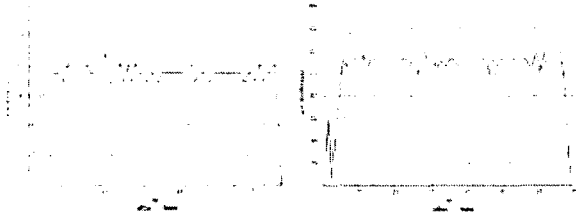


그림 2. 수신측 네트워크 환경 변화에 따른 강의 대역폭

또한 강의서버에서 클라이언트로 패킷을 전송할 때 도착한 패킷들의 순서에 따라 이후 도착한 패킷의 시간과 이전 도착한 패킷의 시간의 차를 살펴보면 다음과 같다. 표 5는 엔코딩 비트 레이트 764, 1128Kbps를 가지는 강의를 직장 및 가정에서 수강 할 경우 수강자 클라이언트에 전송되는 패킷을 도착한 순서에 따른 시간차인 Packet Interarrival Time으로 직장에서는 엔코딩 비트 레이트가 764, 1128 Kbps인 강의의 평균 Packet Interarrival Time이 75.87, 53.56 milli-sec로 나타난 반면 가정에서는 112.68, 96.65 milli-sec로 나타나 네트워크 자원이 상이한 환경에서 허용할 수 있는 대역폭을 고려하지 않고 사이버 강의를 수강 할 경우 정상적인 강의를 수강할 수 없음을 알 수 있다. 또한 대역폭이 감소한 시점 이후의 패킷이 감소하기 전보다 더 늦게 전송되는 것을 확인하였다.

표 5. Packet Interarrival Time (Office vs Home)

764 Kbps	Office	Home
	Office	Home
1128 Kbps	Office	Home
	Office	Home

5. 결론

사이버 강의의 각 콘텐츠가 네트워크를 통해 수강자에게 전달 될 경우 전송되는 데이터는 콘텐츠의 성질에 따라 TCP와 UDP로 전송되며 멀티미디어 콘텐츠 일 경우 엔코딩 비트 레이트(Kbps), 강의자료 콘텐츠 일 경우 이미지 파일 용량에 따라 대역폭에 영향을 미친다. 또한 강의 도중 FTP 다운로드나 이메일 등의 배경 트래픽이 원활한 강의 수강에 부정적인 영향을 줄 수 있고 수강자가 위치한 수신 측 네트워크 환경에도 영향

을 받는 것으로 나타났다. 따라서 바람직한 강의 수강을 위해서는 사이버 강의에서 높은 전송 대역폭이 요구되는 동영상의 제작은 피하는 것이 좋으며 동영상이라도 가급적 109Kbps 같은 낮은 스트리밍 전송율을 취하도록 해야한다.

결론적으로 사이버 강의는 강의내용에 비교적 저 용량의 예를 들어 1MB이하의 이미지를 사용하거나 문서(TEXT) 위주로 프리젠테이션 화면에 집약하고 스트리밍 전송율이 낮은 음성에 충실하게 제작하는 것이 사이버 교육을 원활하게 하기 위한 대처방법이라고 할 수 있다.

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] Dungki 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] 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.

[5] Cohen, R.; Radha, H. "Streaming fine-grained scalable video over packet-based networks", Page(s): 288-292 vol.1, IEEE GLOBECOM 2000.

[6] Kung, H. T., and Wang, S. Y. TCP Trunking for Bandwidth Management of Aggregate Traffic. IEEE Network Protocols, 1999. (ICNP '99) Proceedings. Seventh International Conference on, 1999.

[7] Dalgic, I.; Chien, W.; Tobagi, F.A. "Evaluation of 10Base-T and 100Base-T Ethernets carrying video, audio and data traffic", Page(s): 1094 -1102 vol.3 INFOCOM '94. Networking for Global Communications. 13th Proceedings IEEE , 12-16 Jun 1994.

[8] Vaupel, J.; Sommer, M. "Multimedia education, distance learning and electronic commerce applications", Page(s): 174 -175 Virtual Systems and MultiMedia, 1997. VSMM '97. Proceedings., International Conference on , 1997.

[9] 천인혁, 임태량, 권란, 이경근, 송정희, "사이버 교육 콘텐츠에 따른 트래픽 측정", 2003 추계학술발표 논문집, 한국정보과학회, 2003.3.