

대형 강의를 위한 실시간 원격 화상 강의 시스템의 분석 및 강의 효율성의 평가

안종민* · 장종욱*

1. 서론

한국의 상황은 1985년도부터 원격 교육 시스템 도입이 시작되었으며, 대부분 대학이 ISDN (Integrated Services Digital Network)으로 국내 혹은 국외 대학들과 원격 강의를 하고 있으며, 대학 내에서도 현실적으로 실제 네트워크 백본(Backbone)망이 아닌 화상 강의 전용선만으로 건물간 원격 교육을 구현하는 정도에 있다. 그리고 기존의 화상 강의 시스템의 대부분은 다자간 회의 방식이 아닌 점대점(Point-to-Point)방식으로 설계되어 있다[1,3].

본 논문에서는 음성, 화상, 데이터 등의 멀티미디어 통신을 통하여 단지 두 참가자만의 일대일 통신이 아닌 다자간 통신을 이용하는 화상 강의 시스템[2]을 설계하고 그 성능의 분석 및 사용자 측면에서의 효율성에 대해서도 분석하였다.

화상 강의 시스템의 환경은 동서대학교의 기가비트(Gigabit) 네트워크상에서 세 개 건물의 세 개 강의실(주강의실 1실, 보조강의실 2실)에 나온정보통신(주)이 구축한 원격화상 강의 시스템이다.

2. 화상 강의 시스템

원격 화상강의 시스템의 구성은 그림 1과 같다.

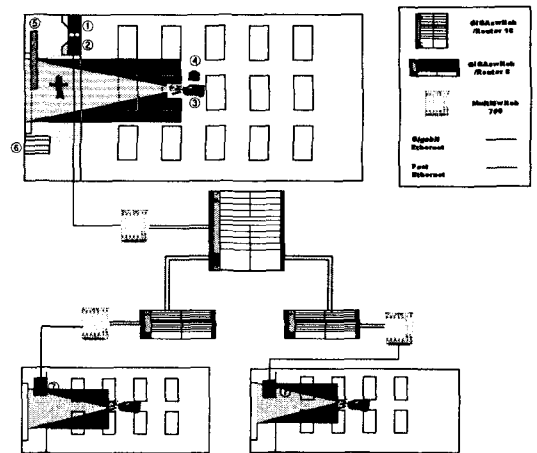


그림 1. 원격 강의 시스템 네트워크 연결 구성도
 ① 강의 저장 시스템 ② 원격 영상 강의 시스템 (VIEWCON) ③ 액정 프로젝트 ④ 강사용 추적 카메라 ⑤ 전자 칠판 ⑥ 오디오/비디오 시스템 ⑦ 원격 영상 강의 시스템(Deskview 200S)

2.1 원격화상강의시스템

- VIEWCON 장비
- Video Codec

2.2 영상설비

- 교수용 자동 추적 카메라
- 학생용 프리셋(Preset) 카메라
- VTR(Video Tape Recorder)
- DVD(Digital Versatile Disk) 플레이어
- 실물 화상기(Date Viewer)

* 동의대학교 컴퓨터공학과

- A/V Matrix Switcher
- ID Generator
- 영상 분배 증폭기
- 액정 프로젝터(LCD Projector)
- 전동 스크린
- TV 모니터
- 전자 펜(Pen)
- RGB 분배기

2.3 음향설비

- 터치(Touch) 마이크
- 무선(Wireless) 마이크 시스템
- 유선 마이크로폰(Microphone)
- 오디오 믹싱 증폭기(Audio Mixer)
- Ceiling Power Amplifier
- Front Speaker
- Ceiling Speaker

2.4 제어설비

- MIC & CAM Controller
- Device Controller
- 전동 제어 장치(Movement Control Unit)
- 조명 제어 장치(Light Control Unit)

2.5 지원설비

- Power Distributor
- AVR

3. 구축 시스템의 성능 평가

3.1 평가 시스템 구성 및 실측 환경

3.1.1 네트워크 트래픽 체크 툴(MRTG)

MRTG[4]는 SNMP (Simple Network Man-

agement Protocol)를 지원하는 네트워크장비가 발생하는 트래픽을 모니터링(Monitoring)해 주는 프로그램이다. 지정한 시간마다 모니터링 한 결과 값을 GIF(또는 PNG : Portable Network Graphics)이미지로 생성하여 HTML페이지로 뿌려주기 때문에 누구나 쉽게 트래픽 현황을 볼수 있다.

MRTG는 다음과 같은 용도는 네트워크 장비 인터페이스 별 트래픽 분석, CPU (Central Processing Unit)나 메모리사용률 분석, 모델별 포트 사용률 분석 등에 주로 사용되는 툴(Tool)이다.

3.2 실측 트래픽(Traffic)

3.2.1 네트워크 점검 내역

학내 네트워크에 대한 내용이며 작업 시간대 별 업무량이나 사용량의 변화에 따라 가변적일 수 있으므로 이를 고려하여 참조하여야 하며 분석 시 중점을 둔 사항은 다음과 같다.

(1) 학내 네트워크 백본 점검

- 백본 사용량
- 영상강의시 백본 사용량
- 데이터 수집 기간

1차 : 2002년 3월 6일부터 3월 9일까지, 4일간

2차 : 2002년 3월 17일~3월 23일, 1주일간

3.2.2 네트워크 성능 분석

(1) 백본 사용율

- 연결 현황

주백본장비(행정본부동 설치)인 GIGA Switch/Router(16Slot)와 각 건물 별 게이트웨이 장비인 GIGA Switch/Router(8Slot)스위치 장비 간에는 4Gbps로 연결되어 있고 건물내의 게이트웨이장비와 층별 스위치 장비인 Multi Switch 700간에는 2Gbps로 연결되었다. 원격 화상 강의

를 위한 주 강의실이 있는 드림이벨리(DEV) 건물은 통신 포트(Port)수가 112포트 정도로 적기 때문에 별도로 건물별 게이트웨이 장비인 GIGA Switch/Router(8Slot)를 두지 않고 건물 층별 스위치 장비인 Multi Switch 700으로 주 백본 장비와 연결되었다.

- 사용율 산출 방식

· 사용율(%) 산출 방식 : MRTG산출 값 (kBps)/1Gbps(125000kBps)×100

· 평균사용율(%) 및 최대사용율(%) 값은 Input과 Output의 MRTG산출 값중 사용량이 많은 쪽을 택하였다.

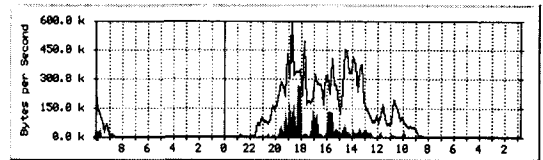
- 연결 회선 사용율

· 원격 화상 강의전 사용율 원격 화상 강의전

의 통신망 사용량 점검은 기가비트 통신망 개통후인 2001년 3월 6일부터 3월 9일까지 4일간 MRTG 툴(Tool)을 사용하여 점검한 자료이며 이 기간 동안에는 개강은 하였지만 대부분 원격 화상 강의 시스템으로서 수업을 하지 않은 상태이므로 원격 화상 강의전 사용율로 유추하여 점검한 자료이다.

· 인문관

보조화상강의실이 있으나 사용량은 화상강의 시스템이 구축되어 있지 않은 다른 건물과 비슷한 수준의 사용량을 보이고 있어 화상강의로 인한 백본 사용량의 증가 요소는 많지 않다고 판단된다.

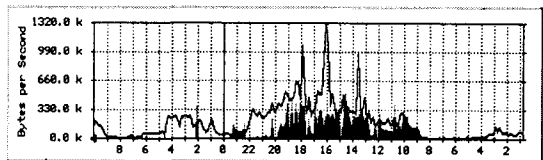


Max In: 275.6 kB/s (0.2%), Average In: 17.6 kB/s (0.0%), Current In: 47.8 kB/s (0.0%)

Max Out: 598.1 kB/s (0.5%), Average Out: 82.3 kB/s (0.1%), Current Out: 217.0 kB/s (0.2%)

· 공학관

공학관의 경우 화상강의실이 있어 다른 곳보다 사용량이 많을 소지가 있으나 사용량은 큰 차이가 없으며, 화상강의 시간인 13시부터 17시까지 데이터 발생이 많아지나 백본 사용량이 1% 정도이므로 화상강의로 인해 백본에 부하가 발생하지는 않는다고 판단된다.



Max In: 517.0 kB/s (0.4%), Average In: 81.7 kB/s (0.1%), Current In: 7117.0 B/s (0.0%)

Max Out: 1309.9 kB/s (1.0%), Average Out:

표 1. 원격 화상 강의전 사용율

장 소		사용율(%)	
건 물	포트번호	평 균	최 대
인문사회관 (424 포트)	gi.3.1	0.1	0.6
공학관 (451 포트)	gi.3.2	0.1	0.4
행정본관 (376 포트)	gi.10.1	0.1	0.3
총 평 균		0.1	0.47

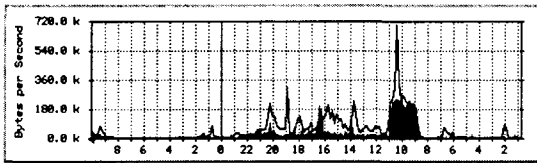
표 2. 원격 화상 강의후 사용율

장 소		사용율(%)	
건 물	포트번호	평 균	최 대
인문사회관 (424 포트)	gi.3.1	0.1	0.5
공학관 (451 포트)	gi.3.2	0.3	1.0
행정본관 (376 포트)	gi.10.1	0.3	0.7
총 평 균		0.21	0.58

187.8 kB/s (0.2%), Current Out: 141.6 kB/s (0.1%)

· 행정본부

드림이벨리(DEV) 건물의 Multi Switch 700 스위치 장비와 직접 연결되어 있어 화상 강의 시스템을 사용하고 있으나 화상 강의로 인한 백본 사용량의 증가 요소는 미미하다고 판단된다.



Max In: 247.7 kB/s (0.2%), Average In: 33.8 kB/s (0.0%), Current In: 15.3 kB/s (0.0%)

MaxOut: 695.6 kB/s (0.6%), Average Out: 51.5 kB/s (0.0%), Current Out: 45.8 kB/s (0.0%)

현재 동서대학교 기가비트 백본 망의 최대 사용량은 2% 미만이며, 1차 조사시의 결과보다 화상 강의를 하고 난 후 1% 정도의 사용량이 증가했지만 여전히 네트워크 사용의 부하량은 큰 문제가 발생되지 않고 있다.

화상 강의를 사용하는 건물과 사용하지 않는 건물과의 비교 시 네트워크 사용량에 큰 차이가 없으며, 원격 화상 강의 시스템인 VIEWCON 시스템의 데이터의 트래픽량은 기가비트 백본 망에서는 많지 않다고 판단된다. 화상 강의 시스템이 설치되어 있는 인문관, 공학관, 드림이벨리 (DEV) 건물의 경우 화상 강의를 하는 시간과 하지 않는 시간과의 데이터 사용량의 차이는 거의 없어 화상 강의 시스템의 작동으로 인해 발생할 수 있는 네트워크 사용량의 증가요인은 거의 없다고 판단된다. 그리고 현재 화상 강의 시스템을 도입하지 않은 건물에 화상 강의 시스템을 확장 구축할 경우 현재의 백본 사용량이 적으므로 더 이상 네트워크

의 속도 증설을 위한 장비 투자는 필요하지 않다고 판단된다.

4. 사용자 측면에서의 효율성 평가

사용자측면에서 효율성 평가를 위해서 설문지 조사를 하였다. 설문분석조사에 있어서 먼저 원격 강의 분석과 주 강의실과 보조강의실의 비교분석 그리고 보조강의실과 보조강의실과의 비교분석, 그리고 원격강의실과 일반강의실을 비교 분석하였다. 아래의 분석자료는 SAS (Statistic Analysis System) 통계분석을 위한 통계 패키지 프로그램을 통한 분석 자료이다.

4.1 원격강의 분석

본 설문조사에 참여한 응답자는 원격화상강좌를 전용강좌로 듣는 학생들은 없으며 일반강좌 및 원격화상강좌를 병행해서 듣는 학생들이 대부분이었다. 수강교과목상에서는 원격화상강좌의 교과목이 일반강좌보다는 다소 적게 강좌가 열려 있었다.

표 1. 원격강의 수업시간(1일)

구분	응답자수	백분율(%)
1시간	66	66
2시간	28	28
3시간	6	6

표 2. 원격강좌 수업자수

구분	응답자수	백분율(%)
주강의실	61	61
건설관	59	59
인문관	65	65

원격강좌의 수업시간은 1시간 수강자가 제일 많았고, 원격강의실 강좌의 수업자수는 보조강의실인 인문관이 제일 많았고 그 다음으로 주강의실 그리고 마지막으로 건설관이 제일 작았다.

4.2 주 강의실과 보조강의실의 비교

내 용	강 의 실	아주 높다 · 많다	높다 · 많다	보통 이다	낮다 · 적다	아주 낮다 · 적다	만 족 도	카이 제 급
		① (%)	② (%)	③ (%)	④ (%)	⑤ (%)	高 中 低	
1. 학생의 수업 참여정도	주	23	23	46	8	0	고	0.001
	보조	1	10	65	17	7	중	
2. 수업중 질 의 · 응답의 기회	주	7	18	52	18	5	중	0.1501
	보조	0	15	56	26	4	중	
3. 수강인원은 적절한가.	주	8	20	53	15	5	중	0.7012
	보조	3	19	61	15	2	중	
4. 수업분위기 의 감동적절	주	20	48	25	7	2	고	0.0001
	보조	5	13	56	23	4	중	
5. 전자칠판화 면선명도와 강의실위치 및 크기의 비 교	주	20	28	34	15	3	고	0.1771
	보조	14	15	39	21	10	중	
6. 청취용 음향 선명도와 강 의실위치 및 크기의 비교	주	22	28	47	2	2	고	0.0072
	보조	24	18	32	19	7	중	
7. 학문적탐구 심과 호기심 유발 정도	주	13	23	41	12	12	중	0.0222
	보조	2	12	49	21	16	저	
8. 수업의 진도 및 깊이 정도	주	12	27	48	10	3	고	0.0200
	보조	0	21	63	12	4	중	

위 분석내용은 주 강의실과 보조강의실 A(건설관)와 B(인사관)을 비교한 내용이다.

즉 주강 의실(메인 강의실)과 보조강의실의 수업의 효율성을 비교하여 나타낸 것이다. 눈에 보

이지 않는 심(心)적인 부분과 눈에 드러나는 강의실의 위치 및 크기 그리고 강사가 있는 주강의실과 있지 않는 보조강의실을 포함하여 전체적으로 비교 내용을 백분율로 나타내었고 주 강의실과 보조강의실 두 집단간의 비교한 통계수치인 카이제곱을 표시하였는데 기준수치인 0.05보다 크면 두집 단의 차이가 없는 것이고 0.05보다 작으면 두 집단간의 차이가 있는 것이다. 위에서 1,4,6,7,8 번 문항이 차이가 있는 것으로 나왔고 그 외는 두 집단의 차이가 거의 없다. 강의실간 차이가 있는 부분은 학생의 참여정도, 수업분위기, 청취음향정도, 수업의 진도 및 깊이는 주 강의실과 보조 강의실에서 수업을 듣는 두 집단에 속한 학생들은 차이가 있다고 분석되었다.

4.3 주 강의실과 보조강의실의 전체적인 비교 분석

전체적인 주 강의실과 보조강의실의 비교분석에서 강의실의 만족도와 원격강의의 대한 만족도를 아래와 같이 분석하였다.

내 용	강의실	백분율	카이제곱
강의실의 만족도 (수업의 효율성)	주강의실(A)	63	0.0001
	보조강의실(B)	37	
원격강의에 대한 만족도	주강의실(A)	75	0.0034
	보조강의실(B)	25	

먼저 강의실의 만족도는 주강의실의 통계수치가 높아 만족도가 높고, 원격강의에 대한 만족도 또한 주강의실의 통계수치가 높은 것으로 나타났다. 그리고, 카이제곱의 수치가 모두 기준수치인 0.05보다 작은 값이므로 두 집단간(A,B)의 차이가 큰 것으로 나타났다.

4.4 일반강의실과 원격강의실과의 비교

내 용	강 의 실	아주 높다 · 많다	높다 · 많다	보통 이다	낮다 · 적다	아주 낮다 · 적다	만족 도	카이 제곱
		① (%)	② (%)	③ (%)	④ (%)	⑤ (%)	高 中 低	
1. 학생의 수업 참여 정도	주(메인)	8	22	37	20	13	중	0.0132
	일반	0	14	42	36	7	저	
2. 수업중 질의·응답의 기회	주(메인)	5	25	39	20	11	중	0.0010
	일반	0	5	52	34	10	저	
3. 수강인원은 적절한가	주(메인)	5	16	49	13	16	저	0.5143
	일반	4	14	47	24	11	저	
4. 학문적탐구심과 호기심 유발 정도	주(메인)	8	18	43	21	10	중	0.4374
	일반	2	13	50	21	13	저	
5. 수업분위기의 감독 조절	주(메인)	5	23	58	7	7	고	0.0076
	일반	2	10	50	26	12	저	
6. 수업의 진도 및 깊이 정도	주(메인)	8	30	47	10	5	고	0.0158
	일반	2	10	64	14	8	저	

위 분석내용은 주 강의실과 일반강의실의 수업의 효율성을 비교한 내용으로 원격강좌가 필요한 것인지 아니면 개선 발전시킬 부분이 무엇인지를 보고자 한다.

3번 문항이 차이가 없는 것으로 나왔고 그 외는 두 집단의 차이가 다소 있다고 판단된다. 강의실 간 차이가 있는 부분은 학생의 참여정도, 수업분위기, 수업의 진도, 깊이는 주(메인)강의실과 일반 강의실에서 수업을 듣는 두 집단에 속한 학생들은 차이가 있다고 분석되었다. 그리고 어느 쪽으로 차이가 있는지는 ①번쪽으로 가면 만족도가 높은 쪽이며 ⑤번쪽으로 가면 만족도가 낮은 쪽으로 보된다. 백분율은 ③번을 기준으로 계산하여 만족도의 높고 낮음을 표시하였다.

4.5 원격강의 및 일반강의의 만족도 및 효율성의 상관관계

변수	S	C
S	1.00000	0.62487 <0.0001
C	0.62487 <0.0001	1.00000

S : 일반강의실에 대한 만족도,
C : 원격강의실에 대한 만족도

S 와 C의 상관관계는 상당히 관련이 있고, 62%라는 상관계수에 나타난 것과 같이 원격강의실과 일반강의실에서 수업의 만족도와 수업의 효율성은 상당한 관련이 있다고 할 수 있다. 즉 다시 말해서 일반강의의 만족도가 높을수록 원격강의를 듣는 학생들의 만족도는 훨씬 높다.

4.6 보조강의실간의 비교

내 용	강 의 실	아주 높다 · 많다	높다 · 많다	보통 이다	낮다 · 적다	아주 낮다 · 적다	만족 도	카이 제곱
		① (%)	② (%)	③ (%)	④ (%)	⑤ (%)	高 中 低	
1. 학생의 수업참여정도	A	2	8	63	20	8	중	0.4637
	B	0	16	74	5	5	저	
2. 수업중 질의·응답의 기회	A	3	14	52	28	3	저	0.7414
	B	0	16	63	16	5	중	
3. 수강인원은 적절한가.	A	23	10	55	9	2	고	0.0032
	B	37	11	26	11	16	고	
4. 수업분위기의 감독조절	A	2	8	58	29	3	중	0.0009
	B	16	32	47	0	5	고	
5. 원격보조강의실 전자 칠판의 화면 선명도와 강의실 위치 및 크기의 비교	A	14	11	38	25	12	중	0.0952
	B	16	32	42	11	0	고	
6. 보조강의실 강의청취용 음향선명도 강의실위치 및 크기의 비교	A	25	18	29	18	9	고	0.6090
	B	21	16	35	42	21	중	
7. 학문적탐구심과 호기심 유발 정도	A	2	9	49	23	17	저	0.5016
	B	5	21	47	16	11	중	
8. 수업의 진도 및 깊이 정도	A	0	22	62	12	5	중	0.7944
	B	0	21	68	11	0	중	

위 분석내용은 보조강의실 A(건설관)와 B(인사관)을 비교한 내용이다.

보조강의실이라고 해서 만족도가 같거나 비슷한 것이 아니라 보조강의실의 외형적인 수업환경이 원격강의의 수업의 효율성 및 만족도에 많은 영향을 끼친다는 것을 보여주고 있다. 먼저 A강의실은 위치에 있어서 창가쪽이 다른 건물로 인해 막혀있었고 B강의실은 창가쪽이 트인 상태에서 자연친화적인 환경으로서 수업의 효율도 및 만족도가 높은 쪽으로 나와 상당한 차이가 있는 것으로 나왔다. 그 외의 환경은 강의실의 층수로서 A 강의실은 2층, B는 3층으로 높은 층수의 학생들이 수업의 집중도와 만족도가 높은 것으로 나타났고 1층과 다소 떨어진 곳의 강의실이 수업의 집중도가 높은 것으로 나타났다. 강의실간 차이가 높은 부분은 학생의 수강인원의 적절인가, 수업분위기에서 수업을 듣는 두 집단에 속한 학생들은 차이가 있다고 분석된다.

4.7 보조강의실간의 전체비교분석

내 용	강의실	백분율	카이제곱
강의실의 만족도 (수업의 효율성)	보조강의실(A)	53	0.0035
	보조강의실(B)	47	
원격강의에 대한 만족도	보조강의실(A)	55	0.0001
	보조강의실(B)	45	

강의실의 만족도는 보조강의실의 통계수치가 높아 만족도가 높고, 원격강의에 대한 만족도 또한 보조강의실의 통계수치가 높은 것으로 나타났다. 카이제곱의 수치가 모두 기준수치인 0.05보다 작은 값이므로 두 집단간(A,B)의 차이가 큰 것으로 나타났다. 원격강좌를 개설함에 있어서 보조강의실의 수업의 만족도는 비교적 강의실의 환경에

따라 차이가 많음을 나타내고 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 대형 강의를 위한 준비 과정으로 기가비트 네트워크를 이용한 동서대학교 화상 강의 시스템을 분석하였고 그리고 사용자 입장에서 강의의 효율성을 평가하였다.

시스템 상으로는 현재 화상 강의 시스템을 도입하지 않은 건물에 화상 강의 시스템을 확장 구축할 경우 현재의 백본 사용량이 적으므로 더 이상 네트워크의 속도 증설을 위한 장비 투자는 필요하지 않다고 판단된다. 특히 먼저 실시간 원격 화상 강의를 하기 위해서는 네트워크 백본구축 시 모든 워크 그룹 장비를 포함하여 통신 장비가 서로 공유(Share)하지 않는 스위치 장비 형태로 구성하여야 하며 모든 End-user와 연결되는 허브(Hub) 장비가 스위칭 포트로 구성 되어있어 Dedicate 100Mbps까지 지원 가능한 통신망이 되는 것이 필요하다.

화상강의의 효율성을 올리기 위해서는 교수법의 개발과 연구, 훈련된 시스템관리자와 조교, 네트워크 시스템 및 기기 장치(화면 및 음향)등이 앞으로 보완되어야 한다.

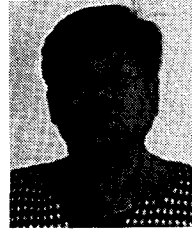
참 고 문 헌

[1] 최호진 외1, "정보통신 개론", 21세기사, 1999.
 [2] 김영탁 외3, "데이터통신 및 컴퓨터망", 정익사, 1999.
 [3] 조성건 외6, "데이터통신과 컴퓨터네트워크", 기전연구소, 1999.
 [4] Cisco CCIE Fundamentals : Network Design", Cisco Systems.



안 증 민

1999년 2월 동의대학교 컴퓨터공학과 졸업
2002년 9월 동의대학교 교육대학원 졸업
1996년 3월~현재 동서대학교 전산원 근무
관심분야 : High Speed LAN



장 종 욱

1987년 2월 부산대학교 계산통계학과 졸업
1987년 2월~1995년 1월 한국전자통신연구소(ETRI) 연구원
1995년 2월 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사
1999년 1월~2000년 2월 Univ. of Missouri at Kansas City,
Post Doc. fellowship
1995년 3월~현재 : 동의대학교 컴퓨터공학과 부교수
관심분야 : APON, EPON, Ad-hoc Network