한국산학기술학회논문지
Vol. 5, No. 4, pp. 340-344, 2004

# 상명대학교 통신망의 성능분석 및 개선방안에 관한 연구

이한권 · 이승혁 · 이성호 · 서원흥 · 이은혜 · 조태경

# A Study on Performance Analysis and Improvement Plan of Campus Network

**Han-Kwon Lee, Seung-Hyuk Lee, Sung-Ho Lee, Won-Heung Seo, Eun-Hye Lee, Tae-Kyung Cho**

**요 약** 본 논문에서는 상명대학교 통신망 구성과 그 현황 자료를 수집하여 분석하였고, 통신망 트래픽 측정 분석도구를 이용하여 통신망의 트래픽 흐름과 각 장비들의 동작방식과 성능을 측정하였다. 수강신청 기간에 트래픽 흐름과 부하량에 대해 성능평가를 하였으며, 몇몇의 장비들을 추가/변경하여 트래픽을 분산시키는 방안을 제안하여 효율적인 통신망 설계 방안을 제시하였다.

**Abstract** In this paper, We collected the data of communication network construction in Sangmyeong University and analyzed them. Moreover using the analysis instrument of communication network traffic, We tested a process of it, and an efficiency of each equipment. We proved the traffic flow and the load quantity during the register for class. As a result We suggested a efficient communication network design - add and change some equipments in order to break up the traffic.

**Key Words :** Network Monitoring, L4 Switch, 로드밸런싱, OPNET IT Guru Academic Edition

## 1. 서 론

인터넷 사용 인구가 폭발적으로 증가함에 따라 많은 응용과 서비스를 요구하게 되었고, 이로 인해 네트워크 자원을 많이 소모하게 됨에 따라 사용자들의 서비스와 품질에 대한 요구가 가중되었고, 이는 결국 네트워크 사용량과 그 활용 분야의 확대에 따른 것으로 성능 향상을 위해서는 효율적인 관리가 필요하게 되었다. 네트워크를 지속적으로 모니터링하고 분석하여 시스템 및 장비의 무분별한 사용을 방지하고 효율적으로 사용할 수 있도록 함과 동시에 향후 확장이나 투자를 위한 자료를 수집하는 활동이 필요로 하게 되었다.

본 논문에서는 이러한 활동의 일환으로 상명대학교 캠퍼스 네트워크를 분석하여 네트워크 및 시스템을 효율적으로 이용하기 위한 방법을 제시하고자 한다. 연구방법은 상명대학교 네트워크망의 구성환경을 분석한 후 통신망 트래픽 분석도구(OPNET IT Guru Academic Edition)를 이용하여 네트워크의 트래픽을 분석하고 그 결과를 토대로 트래픽을 효율적으로 수용할 수 있는 네트워크의 구조를 제안하였다.

본 논문은 2장에서 통신망의 환경 분석, 3장에서는 통신망 트래픽 분석에 대하여 기술하였고 4장에서는 개선방안에 대하여 논하였으며 5장에서 결론으로 맺는다.

* 상명대학교 정보통신학과

## 2. 상명대학교 네트워크 환경 분석

네트워크 구성도를 살펴보면 내부망은 기가비트 이더넷과 ATM 백본으로 구축되어 있으며, 외부망은 90Mbps 전송대역폭의 망으로 구축되어 서비스를 하고 있다.

각 워크그룹 스위치는 1개의 이더넷 백본 스위치와 1개의 ATM 스위치로 구성하여 통신하고 백본 스위치 사이는 100메가비트로 통신한다. 각 서버와 이더넷 스위치는 100메가비트로 통신하고 워크그룹 스위치와 이더넷 백본 스위치는 1기가비트로 통신한다.

학교 LAN의 구성은 본관에 2개의 백본 스위치를 위치하여 본관을 중심으로 Star형으로 구성되어있다. 수강신청 서버는 Layer4 스위치를 이용해 두 개의 서버로

로드밸런싱을 구현하며, 라우팅은 Cisco 라우터가 담당하게 구성되어 있다.

또한 Web서버, DNS서버, 도서정보서버, NMS서버, BACKUP서버, 그룹웨어서버, 학생계정서버, 수강 신청 서버, 가상대학서버, 백신서버 등의 환경으로 사용자들에게 많은 서비스를 제공하고 있다.

## 3. 네트워크망의 성능분석

본 논문에서는 OPNET IT Guru Academic Edition 분석도구를 사용하여 모의실험을 행하였다. 모의실험에 의하여 네트워크의 트래픽 흐름과 각 링크의 Utilization, 수강신청 서버의 부하 등에 대한 자료를 수집하여 분석하였다. Academic Edition 모듈안에 존재하지 않은 장비는 유사장비로 대체하였고, 모든 시뮬레이션 시간은 5분으로 제한하였다.

### 3.1 수강 신청 시 트래픽 흐름

본 연구에서는 트래픽 발생이 가장 많은 수강신청 기간에 수강신청 서버의 트래픽 흐름에 주목하였다.

수강신청 서버를 HTTP와 FTP 형태의 서버로 두 가지 경우로 설정하고 평상시 서버의 Utilization과 수강신청 기간의 Utilization을 비교하여 자료를 수집하였다.

각 서버를 FTP와 HTTP 두 가지 형태로 설정한 이유는, 실제 서버는 HTTP 형태이지만 트래픽 흐름을 분석하는데 있어 FTP형태가 용이하기에 두 가지 경우를 모두 시뮬레이션 하였다.

HTTP 형태의 서버에서 Object Size는 Text size와 그림이나 여러 멀티미디어의 Graphic Size의 합으로 구성된다. 사용자의 증가를 Object Size의 증가로 설정하여 시뮬레이션을 하였다.

FTP설정 서버에서 Inter-request Time은 하나의 파일 요구로부터 그 다음 파일요구까지의 시간으로 시간 흐름에 따른 exponential 분포로 설정하였다. File Size는 전송되는 파일의 크기로서 사용자의 요구량 증가를 File Size의 증가로 설정하였다.

수강신청 서버의 Utilization을 그림 2에 도시하였다. 평소에는 서버의 Utilization이 15%정도의 이용률을 보여 서버가 안정하게 서비스를 해주고 있음을 알 수 있으나, 수강신청 기간에는 이용률이 꾸준히 증가하여 80%이상의 Utilization으로 조사되어 서버의 한계에 도달하여 서버가 다운된다거나 모든 사용자를 수용할 수 없는 상태가 발생할 가능성이 있는 것으로 분석되었다.

### 3.2 Background Utilization 변동에 따른 성능분석

Background Utilization이란 각각의 노드나 링크가 수강신청 업무가 아닌 다른 트래픽을 처리하는데 사용하는 할당량이다. 이번 실험으로 L4 switch와 L4web1 서버 사이 링크에 어느 정도의 Background 트래픽을

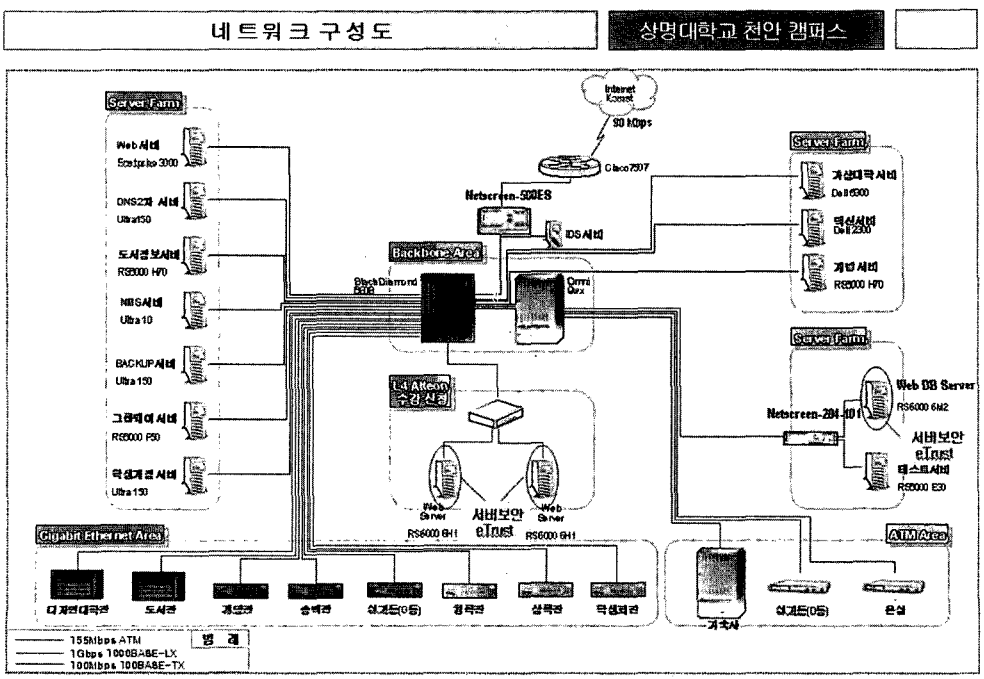


그림 1. 통신망 구성도

**표** 1. 각 시나리오별 환경설정

| 구 분 | 서버형태 | 트래픽 | | 비고 |
|---|---|---|---|---|
| Scenario 1 | HTTP | objectsize | • Text Size (bytes) ⇒uniform(6000, 8000)<br>• Graphic Size (bytes) ⇒uniform(90000, 110000) | 수강신청 |
| Scenario 1_2 | | | • Text Size (bytes) ⇒uniform(700, 800)<br>• Graphic Size (bytes) ⇒uniform(11000, 12000) | |
| Scenario FTP_1 | FTP | • Inter-request Time (Seconds) ⇒ exponential(360)<br>• File Size (bytes) ⇒ constant(700000) | | |
| Scenario FTP_2 | | • Inter-request Time (Seconds)⇒ exponential(250)<br>• File Size (bytes) ⇒ constant(230000) | | 수강신청 |

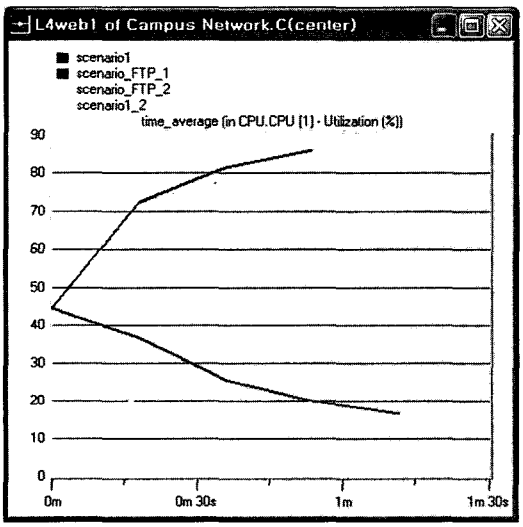


**그림** 2. 수강신청 서버의 CPU Utilization

수용하면서 정상적인 서비스를 지속할 수 있는지를 분석하였다.

그림 3의 결과를 보면 Background Utilization을 30%이상 주었을 경우 L4 switch와 L4web1 서버 사이 링크의 Utilization이 증가하기 시작하여 약 5분 후에는 서버의 한계에 도달하게 된다. 이러한 경우 트래픽을 분산시켜 통신망의 혼잡도와 서버의 부하를 경감하여 이용자들이 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 통신망 트래픽 분산 방안이 요구됨을 알 수 있다.

**표** 2. 시간대별 링크의 Background Utilization

| 시간 (Second) | Background Utilization |
|---|---|
| 0~40 | 30% |
| 40~80 | 50% |
| 80~ | 70% |

## 4. 통신망 개선방안

3장에서 트래픽을 분석한 결과 수강신청 기간에는 일시적으로 접속자가 집중되는 현상을 발견하여 이러한 상황에서도 서비스의 지속이 가능하도록 트래픽을 분산하여 통신망의 개선방안을 제시하고자 한다.

첫 번째 방안으로는 이더넷 백본 스위치와 연결되어 있는 수강신청 서비스의 Layer 4 스위치를 라우터로 연결하여 백본 스위치에 집중되는 트래픽을 분산하는 것을 제안하고, 두 번째 방안으로는 한 개의 Web Server를 추가하여 수강신청 서버를 하나 더 사용하여 트래픽을 분산시켜 주는 방법을 제안한다.

### 4.1 링크이동에 의한 트래픽 분산

캠퍼스의 네트워크망 구성을 보면 모든 노드들이 기가비트 이더넷 스위치와 ATM 스위치로 집중되어 스위치에 트래픽이 집중되는 것을 짐작할 수 있다.

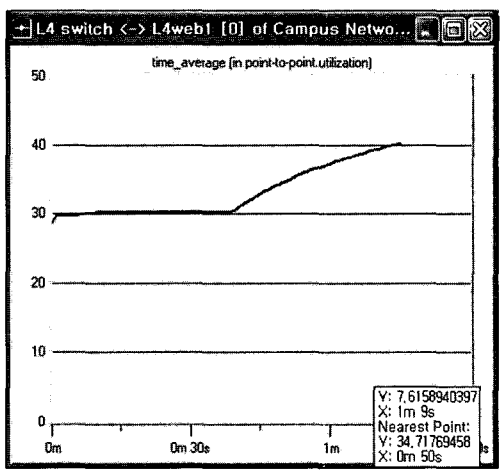


**그림** 3. Background Utilization

스위치에 집중되는 트래픽을 분산하기 위한 방안으로 이더넷 백본 스위치와 연결되어 있는 수강신청 서비스의 Layer 4 스위치를 라우터로 연결하여 백본 스위치에 집중되는 트래픽을 분산하는 것을 제안한다.

그림 4는 이더넷 백본 스위치와 연결되어 있던 Layer 4 수강신청 스위치를 라우터에 직접 연결하여 이더넷 백본 스위치의 트래픽을 분산한 네트워크 구성도이다. 이 경우 성능평가 결과를 그림 7에 도시하였다. 수강신청 기간 상황 하에서만 시뮬레이션을 하였다.

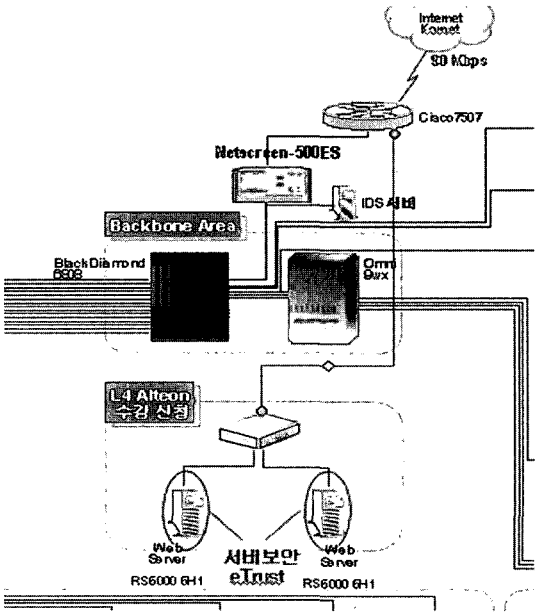


**그림 4.** 개선방향2(링크이동)

그림 5에 의하면 수강신청 Layer 4 스위치를 이더넷 백본에서 라우터로 연결하여도 트래픽의 분산은 크게 이뤄지지 않는 것으로 나타났다. 이는 비록 링크의 부하를 분산하여도 모든 트래픽이 서버로 향하기 때문에 서버의 부하는 경감되지 않는다는 것을 확인하였다.

### 4.2 서버추가에 의한 트래픽 분산

현재 두 개의 서버로는 완벽하게 서비스를 제공할 수 없다. 수강신청 기간에 서비스 지연과 서비스 불능 상태를 방지하기 위하여 서버 1대를 추가하여 두 개의 서버에 몰리는 트래픽을 3대로 분할하여 각각의 서버의 트래픽을 살펴본다.

이는 물리적인 비용이 추가되지만 학생수의 꾸준한 증가로 인해 그 필요성이 인정된다.

그림 6은 서버를 추가한 형태를 나타낸 것이며 그림 7은 서버 추가에 따른 성능평가 결과를 나타낸 것이다.

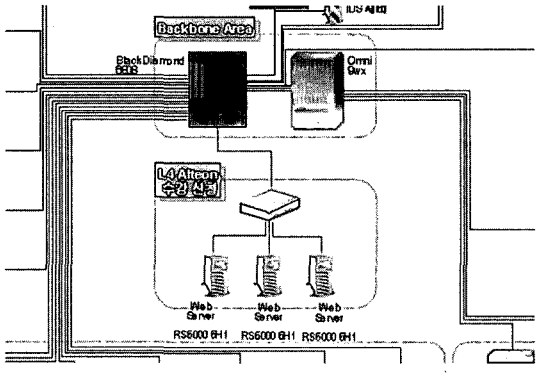


**그림 6.** 개선방안1(서버추가)

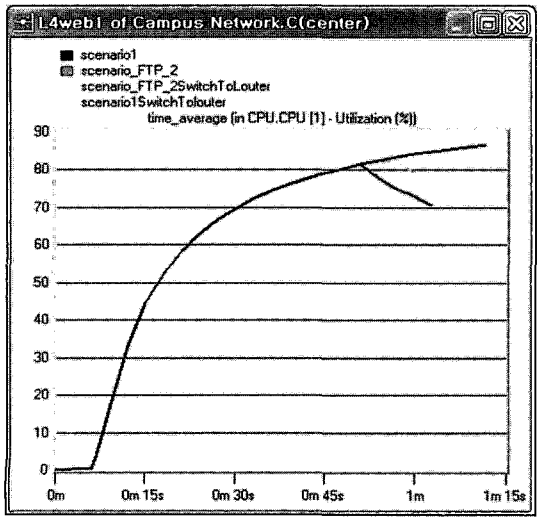


**그림 5.** 개선방향2의 성능평가

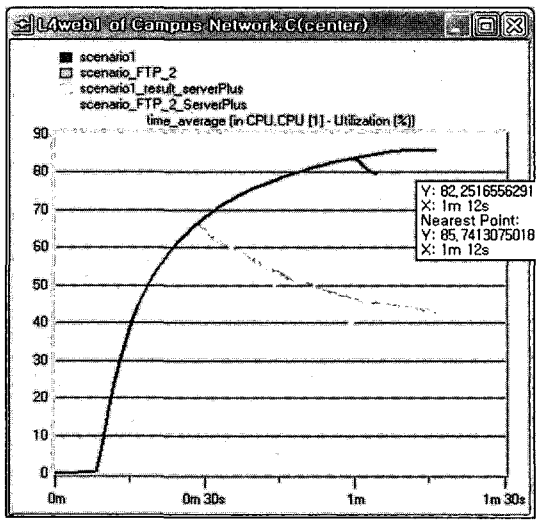


**그림 7.** 개선방안1의 성능평가

그림 7에서 볼 수 있듯이 서버를 추가함으로써 2대의 집중되는 트래픽을 세 대의 서버로 분산하여 각 서버의 Utilization이 40% 전후로 현저하게 떨어진 것을 확인할 수 있다. 서버 추가로 인해 수강신청 서비스의 성능이 크게 개선됨을 알 수 있다.

### 4.3 링크이동과 서버추가 비교

위에서 제안한 2가지 방안을 표 3과 같이 상호 비교 분석하여 보면, 링크이동에 의한 트래픽 분산방안은 추가적인 비용 없이 링크 이동만으로 백본 스위치의 트래픽을 분산시켜 주지만 서버의 트래픽은 전과 동일하여 수강신청 서버의 Utilization 개선효과는 없는 것으로 판단되었다.

서버추가에 의한 트래픽 분산방안은 서버 구입에 추가적인 비용이 요구되는 단점이 있으나 L4 Switch의 로드밸런싱 기능 하에서 서버의 트래픽을 분산시켜 트래픽 처리 능력의 향상으로 수강신청 서비스의 Quality가 획기적으로 개선되는 것을 확인할 수 있다.

**표 3.** 링크이동과 서버추가에 의한 트래픽 분산 비교 분석표

| 방 안 | 링크이동에 의한 트래픽 분산 | 서버추가에 의한 트래픽 분산 |
|---|---|---|
| 특 징 | • 백본 스위치의 트래픽 분산 | • 서버간의 트래픽 분산 |
| 비 용 | • 추가비용 없음 | • 서버 구입에 따른 추가비용 필요 |
| 개선여부 | • 수강신청 서버는 개선효과 없음 | • 획기적인 개선 |

**표 4.** 서버 추가에 따른 서버의 Utilization 변화

| 구 분 | 수강신청 기간 동안의 서버의 Utilization(%) | 서버추가후 수강신청 기간의 Utilization(%) |
|---|---|---|
| HTTP | 82.25 | 44.39 |
| FTP | 85.74 | 37.83 |

## 5. 결 론

본 논문에서는 상명대학교 캠퍼스 네트워크망의 트래픽을 분석하였고 이에 따라 개선된 네트워크 구성을 제안하였다.

즉 수강신청 기간 동안 서버의 이용률을 조사하고, 그 결과를 분석하여 개선된 통신망 구성을 제안 하였다. 표 4는 서버를 추가할 경우에 각 서버의 Utilization의 변화를 보여주고 있다.

제안한 통신망은 성능평가를 통하여 그 효율성을 입증하였다. 향후에는 네트워크 관리 및 실시간 모니터링 등에 대한 체계적인 연구를 수행할 것이다.

## 참고문헌

[1] "OPNET IT Guru Academic Edition Tutorial", 2004.

[2] W. Richard Stevens, "TCP/IP Illustrated The Protocols : Volum1", Addison-Wesley.

[3] 김상국, 박용운, "P2P 네트워크를 이용한 웹 수강신청 시 스템 최적화 방안에 관한 연구" 한국경영 정보학회, pp.425-432, 2003.

[4] 김선익, 박명혜, 오도훈, 임용훈, 이진기, 조선구 "향후 네 트워크 트래픽 수용계획을 고려한 전력통신망의 토폴 로지 및 링크용량 설계", 정보처리학회 논문지 제 8권 4 호, pp. 405-414, 2001. 8.

[5] 오승희, 채기준, 남택용, 손승원, "다양한 트래픽을 이용한 VPN 프로토콜 성능 평가", 정보처리학회 논문지, 제 8권 6호, pp. 721-730, 2001. 12.

[6] 김명균, 박진원, "공장자동화를 위한 토폴로지에 따른 스 위칭 이더넷의 성능분석", 정보처리학회 논문지, 제 11권 1호, pp. 99-108, 2004. 2.

[7] 황민태, 윤일환, 이재조, "동적 모드 변환을 이용한 이더넷 성능 개선", 멀티미디어학회 논문지, 제 4권 4호, pp. 349-355, 2001. 8.