

# 캠퍼스 기가비트 네트워크 성능분석

## Performance Analysis of Gigabit Network in Campus

지홍일  
충북대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
이준희  
(주)아이젠소프트 CTO  
이재영  
충북대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
조용환  
충북대학교 컴퓨터정보통신연구소

Hong-Il Ji  
Dept. of Computer Eng., Chungbuk National University  
Jun-Hee Lee  
CTO, Igensoft, Inc.  
Jae-Young Lee  
Dept. of Computer Eng., Chungbuk National University  
Yong-Hwan Cho  
RICIC, Chungbuk National University

중심어 : 캠퍼스 네트워크, 기가비트 이더넷 네트워크 성능분석, 트래픽 패턴

### 요약

본 논문에서는 캠퍼스 내의 네트워크 사용이 원활하게 이루어지는지를 분석하기 위하여 네트워크 성능분석을 해 보았다. 캠퍼스 내부의 네트워크 백본은 기가비트 이더넷으로 구성되어 있으며, 네트워크 평균이용률이 1%이내이고 최대이용률도 10%정도이다. 또한 현재 캠퍼스내의 외부망으로의 회선 이용률은 평균 30.4%이고 최대 38.3%로 네트워크 유통량은 아직은 충분한 여유가 있다.

그러나 보안상의 문제가 있는 것으로 나타났다. 캠퍼스 전체 네트워크에 대한 방화벽을 하나 더 설치하면 교내 클라이언트들까지도 보호할 수 있어 더욱 더 안전한 캠퍼스 내부 네트워크를 구성할 수 있을 것이다.

### Abstract

This paper has done a network performance test as well as result analysis of the test in a real campus gigabit network. The inner network backbone consists of gigabit ethernet. The mean ratio of network use is below 1% and the maximum one comes to 10%. The floating capacity is still good enough to meet network flowing because the mean ratio of inner campus network as outer ones is 30.4% and the maximum one is merely 38.3%.

But there appears a security problem. We must make a device blocking illegal approach to the client from outer network. It is important that we can a way to manage the campus gigabit network efficiently on the basis of the given data from this performance test.

## I. 서론

1990년대 초 웹의 등장으로 인해 해마다 인터넷의 사용이 폭발적으로 증가하고 있다. 이러한 추세는 기업, 대학에서 더욱 두드러지며 최근에는 가정에서의 인터넷 사용도 계속 증가하고 있다. 특히 대학들은 캠퍼스 네트워크를 구축하여 구성원들에게 공통의 프로그램을 사용하여 교내 정보를 제공할 수 있도록 인트라넷을 구축하여 인터넷에 접속하고 있다. 또한 대학의 각 구성원들은 학습이나 과제의 해결, 연구 및 양질의 서비스 제공 등을 위하여 정보의 보

고인 인터넷을 사용하고 있다[1].

컴퓨터의 컴퓨팅 파워의 향상됨으로 인해 이를 활용할 수 있는 다양한 응용프로그램이 새로이 개발되고 있으며, 이러한 응용프로그램은 로컬뿐만 아니라 리모트에 있는 컴퓨팅 자원도 원활히 사용할 수 있게 해 준다. 이러한 응용 프로그램들은 텍스트 데이터뿐만 아니라 오디오, 비디오 등의 멀티미디어 데이터를 취급하며, 네트워크에서의 상당한 대역폭을 점유하여 사용한다.

웹 사용이 활성화됨에 따라 개인이 웹 서버를 쉽게 운영할 수 있는 환경이 제공되며, 대학 캠퍼스 내부에서도 대학 구성원 중 누구라도 특성화된 양질의 자료를 제공하는 웹

서버를 운영할 수 있으며, 대학의 각 구성원들은 이러한 자료를 캠퍼스 내·외부에서 시간의 제약없이 사용할 수 있다. 이러한 현상은 캠퍼스 내부에서의 데이터 트래픽 패턴이 대학의 주요 서버로만 집중되지 않고, 캠퍼스 전반에 걸쳐 분산될 수 있으므로 데이터 트래픽의 패턴을 예측하기 어렵다[2].

또한 요즘의 대학은 복잡하고 업무에 매우 중요한 응용 프로그램을 연결하기 위해 LAN(Local-Area Network)에 의존하고 있다. 그러나 네트워크 상에 트래픽이 증가함에 따라, 전형적인 10Mbps 이더넷이 제공하던 대역폭은 엄청나게 증가하는 desktop/server 컴퓨팅 환경에 알맞은 퍼포먼스를 제공할 수가 없게 되었다. 결국 이러한 트래픽 잦아들 때 더 높은 속도의 네트워크가 필요하게 되었다.

오늘날의 가용한 고속 LAN 기술 중에서, 고속 이더넷(100BASE-T)은 좋은 선택이다. 광범위하게 구축되어 있는 10BASE-T 이더넷에 대해서, 우리는 별 어려움 없이 고속 이더넷 기술을 적용하여 100Mbps의 퍼포먼스를 제공할 수 있다. 그러나 서버와 데스크탑간에 100BASE-T 연결이 증가한다는 것은 백본과 서버간에 초고속의 네트워크 기술이 필요하다는 것을 극명하게 나타낸다. 물론 이 기술은 비효율적이고 새로운 교육이 필요치 않은, 무리가 없는 업그레이드방식을 제공해야 할 것이다.

최선의 선택은 Gigabit Ethernet이다. 기가비트 이더넷은 동등한 속도의 다른 기술보다 적은 비용으로 이더넷과 같은 간편함과 더불어 캠퍼스 네트워크에 1 Gbps의 대역폭을 제공할 것이다. 또한 현재의 이더넷 설비를 사용한 자연스러운 업그레이드 방식을 제공하며 단말기, 관리도구 및 관리교육을 향상시킬 것이다.

기가비트 이더넷은 앞서 있었던 이더넷처럼 같은 CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) 프로토콜, 프레임 형식, 프레임 크기를 갖는다. 현재 네트워크 사용자들의 네트워크 설비가 네트워크 담당자와 사용자들의 재교육, 추가적인 프로토콜 스택이나 미들웨어의 확충이 필요없이 기가비트의 속도로 확장될 수 있다는 것은 네트워크 사용자들에게 가장 큰 매력이다. 결과적으로 이러한 장점은 사용자들에게 낮은 소유비용(low cost of ownership)을 갖게 한다.

풀듀플렉스 기능(full-duplex operation) 뿐만 아니라 이러한 특징 덕분에 기가비트 이더넷은 고능을 서버에 대한 연결과 앞으로 100BASE-T에서 제공하는 것보다 더 높은 대역폭을 요구하게 될 고성능 데스크탑 컴퓨터를 위한 업그

레이드 방식, 그리고 10/100BASE-T 스위치간에 사용되는 이상적인 백본 상호연결 기술이다[3].

본 논문에서는 실제로 구축되어 있는 캠퍼스 기가비트 네트워크 환경에서 네트워크 성능 실험 및 결과 분석을 실시하였다. 성능 실험에서는 내부 네트워크와 외부 네트워크로 나누어 실험하였으며, 내부 네트워크에서는 TAPS를 이용하여 포트측면에서의 분석을 한 것은 포트별 이용도, 특정 포트의 이용도 분석, 패킷 비율 등을 측정하였으며 장비측면에서의 분석은 라우팅 통계 등을 측정하였다. 이 측정값을 바탕으로 현재 네트워크의 상태를 점검하여 문제점 및 개선방향을 도출해 보았다. 외부 네트워크에서는 현재 외부망 이용률 및 패킷들의 특성을 측정하여 현재 외부 네트워크의 상태를 점검해 보았다. 또한 캠퍼스 내 방화벽의 설치 및 운영에 대하여 점검해 본 결과 문제점을 발견하여 개선점을 도출하였다. 본 논문의 결과로서 캠퍼스내의 네트워크의 현재 이용률을 점검해 볼 수 있었으며 또한 네트워크의 문제점을 파악하여 개선점을 도출하여 더욱 더 안정적이고 효율적인 네트워크 환경에서 캠퍼스내의 모든 구성원들이 네트워크를 이용할 수 있도록 하는데 본 논문의 의의가 있다.

## II. 기가비트 이더넷

1980년대에 이더넷(Ethernet)이 처음 소개된 이후 이더넷은 오늘날 사용되는 LAN 기술 중에서 가장 많이 사용되는 네트워크이다. 이러한 이더넷은 전송속도를 향상시키고 매체접근방법을 보완하고자 하는 노력에 의해 라우티드 이더넷, 스위치드 이더넷, 고속이더넷, 기가비트 이더넷으로 발전하였다. 이러한 이더넷의 발전과는 별도로 고속 데이터 전송을 위하여 FDDI, DQDB 등이 개발되어 사용되었으며, WAN에서는 종합정보통신을 지원하기 위하여 B-ISDN이 개발되었다. FDDI는 1990년대 초반에 네트워크의 각 대학의 백본으로 많이 사용되었지만, 확장성의 한계 때문에 최근 기가비트 이더넷이나 ATM 방식으로 교체되고 있다[4].

### 1. 기가비트 이더넷을 이용한 캠퍼스 네트워크 구축

기가비트 이더넷은 기존의 네트워크 구성과 장비들을 그대로 사용하면서 단순히 업그레이드만으로 네트워크를 초고속망으로 구성할 수 있도록 하기 위해 제안된 기술이다. 즉, 기가비트 기술은 네트워크를 재구성하는데 드는 비용을

줄이면서 기존의 CSMA/CD MAC 프로토콜과 MIB를 그대로 수용하면서 기존의 스위치들을 대용량으로 연결하여 백본의 용량을 증가시키면서 서버와 사용자간의 지연을 줄일 수 있다. 기가비트 기술은 인트라넷이나 건물 네트워크에서 기존의 10/100Mbps 스위치들과 리피터, 라우터 그리고 서버를 서로 연결시켜 적용될 수 있다[5].

기가비트 라우터는 멀티 프로세서를 이용한다. 멀티프로세서는 해당 요소 단위로 특정 동작을 수행하는 프로세서로써 트래픽에 관계없이 최대 처리시간을 제어하며 고속 포워딩을 할 수 있도록 하는 포워딩 엔진 구조를 가지고 있다. 이런 방식으로 각 프로세서에 필요한 메모리 양을 줄임으로써 경제성을 높일 수 있다. 또한 각 기능에 맞는 적용 ASIC으로 일반 프로세서를 대체하여 고속 포워딩을 가능하게 한다[6][7].

위의 언급과 같이 기가비트 이더넷의 가장 큰 장점은 기존에 고속 이더넷이나 ATM으로 구축된 이더넷 등의 구성을 유지하면서 네트워크 전체 성능을 높일 수 있다는 점이다. 또한 기가비트 이더넷 기술이 이더넷 표준인 IEEE 802.3에 기반하고 있으며 기본 프로토콜 또한 이더넷의 구현 방식인 CSMA/CD를 따르고 있기 때문에 기존 네트워크에서 별다른 변화 없이 기가비트 이더넷으로 자연스럽게 이전할 수 있다는 것 역시 장점으로 작용하고 있다. 현재 표준으로 채택된 IEEE 802.3z 기가비트 이더넷 기술은 기존의 이더넷 표준인 802.3과 자연스럽게 호환이 된다. 또한 IEEE 802.3z는 기존 이더넷의 일반 케이블인 UTP 자원을 포함해 광케이블까지 지원하고 있다.

기가비트 이더넷은 한 건물의 네트워크나 캠퍼스 네트워크 구성에서 적용될 수 있다. 점점 증가하는 네트워크 사용자의 수와 웹 기반의 프로그램 사용의 증가, 사용자 PC의 성능 향상과 고속의 네트워크 서버의 출현 등으로 네트워크의 고속화와 서버와 사용자간의 좀더 빠른 통신이 필요하게 되었다. 특히 서버들의 집중화 현상으로 모든 트래픽이 백본을 통해 서버로 집중되게 되었고 이러한 현상은 건물 네트워크나 캠퍼스 네트워크의 백본 성능에 영향을 미치게 되었다. 이러한 현상의 해결책으로 기가비트 이더넷으로 백본 망을 구성하면 각각의 LAN에서의 트래픽을 유연성 있게 처리할 수 있다[8][9].

## 2. 건물 네트워크 구성에서의 기가비트 라우터 적용

그림 2-1은 건물 네트워크 구성에 기가비트 이더넷이 적용된 사례를 보여준다. 위의 사례가 적용되기 위해 각각의 스

위치들은 기가비트 이더넷을 수용할 수 있는 링크를 가지고 있어야 한다. 기가비트 이더넷은 각층의 스위치를 한곳으로 집중시켜 연결한다. 이때 사용되는 케이블은 거리에 따라 멀티 모드, 싱글 모드 케이블이 사용될 수 있다. 기가비트 이더넷은 건물들의 중심에 위치하여 집중화된 서버들과 라우터, 스위치 그리고 필요에 따라서 ATM 스위치와도 연결된다. 그래서 서버로의 트래픽들을 유연성 있게 수용할 수 있도록 해준다. 서버는 구리선이나 단거리의 광케이블로 연결할 수 있다[10].

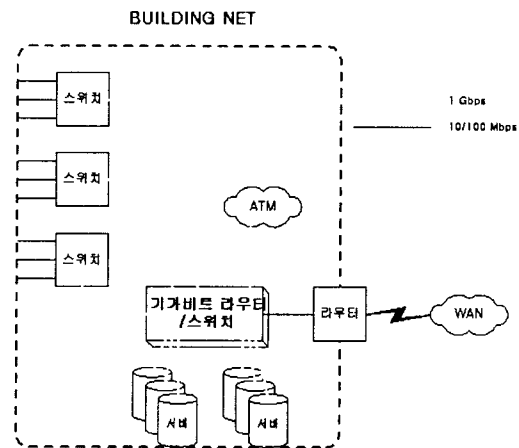


그림 2-1. 건물 네트워크 구성에 기가비트 이더넷이 적용된 사례

## 3. 캠퍼스 네트워크 구성에서의 기가비트 라우터 적용

그림 2-2은 캠퍼스 네트워크에서의 기가비트 이더넷의 적용에 대해 보여준다. 기가비트 이더넷 링크는 건물 안에 있는 각각의 스위치들을 캠퍼스 백본 망의 중심 스위치와 연결하기 위해 사용된다. 광케이블을 이용하여 Full-Duplex로 최대 성능과 원거리 효과를 낼 수 있으며 싱글모드와 멀티모드가 선택적으로 사용될 수 있다. 기가비트 라우터/스위치는 백본 망 중심에 위치하여 서버, 라우터, ATM 스위치 등과의 연결에 기가비트 속도를 제공한다. 캠퍼스 망 중심의 스위치는 서버와의 연결을 위해 구리선이나 최소한 짧은 거리로 광케이블을 사용할 수 있다. ATM과 라우터는 WAN에서 들어오는 서버와의 요청을 빠르게 수용하기 위해 사용된다[11].

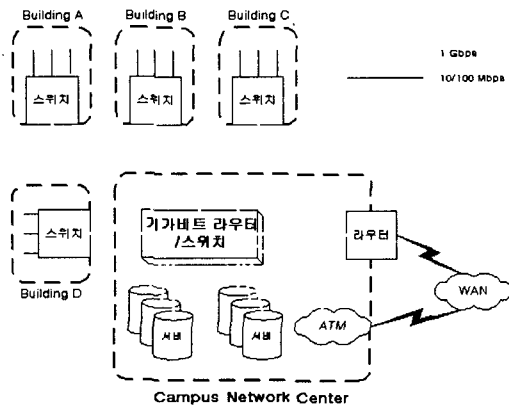


그림 2-2. 캠퍼스 네트워크에서의 기가비트 이더넷의 적용 사례

### III. 성능 실험 및 결과분석

#### 1. 실험환경

캠퍼스내의 실제적인 데이터를 추출하기 위한 기가비트 네트워크의 구성도는 그림 3-1과 같다.

기가비트 네트워크에 연결되어 있는 클라이언트는 학생 교육용 PC 923대 맥킨토시 110대가 있고, 교수연구용 PC가 68대, 행정업무용 PC가 89대이며 WorkStation이 25대로써 그 총 대수는 약 1,190대이다. 또 서버는 시스템운영과에 DataBase 서버(HP급) 3대, Web 서버(SUN급) 1대, DNS 서버(SUN급) 1대, 방화벽 서버(SUN급) 1대가 있고 각 전공별 홈페이지 서버(window NT, LINUX) 등으로 구성되어 현재 사용하고 있다. 외부망과의 연계는 T3급(10Mbps)의 전용선(한국통신망)에 연결되어 사용하고 있고 기가비트 이더넷 백본으로 내부 네트워크가 구성되어 있다. 7개의 C 클래스 IP 주소를 사용하여 네트워크 및 컴퓨터 등을 네트워크에 연결하여 사용하고 있으며, 캠퍼스 LAN 상에서 주로 사용되는 프로토콜은 NetBEUI와 TCP/IP이며, Application으로는 Telnet, UDP, FTP 등을 사용하고 있다[12].

#### 1.1. 원천 데이터 수집 도구

사용된 원천 데이터 수집 도구는 TAPS-lite V3.3을 이용하여 실험하였으며, 데이터 수집 기간은 2001년 10월 14일부터 11월 24일까지 수집하였다.

#### 1.2. TAPS-lite V3.3의 기능

##### ● 포트측면에서의 분석

- 포트 통계에서는 각 회선에 대한 이용율, 에러율, 패킷 비율 등을 측정
  - 이를 이용하여 네트워크 관리자는 네트워크 증설 및 문제점 파악

##### ● 장비측면에서의 분석

- 라우팅 : 장비의 패킷전달율, 라우트 에러율 등의 통계 분석
- 패킷비율 : 장비 전체에 대하여 입출력되는 패킷 비율 분석
- 입출력 패킷비율, 패킷폐기율, 라우트 에러율, SNMP 관리 트래픽 비율 분석

#### 1.3. 네트워크 구성도

실제 데이터를 추출하기 위하여 캠퍼스내의 전체 네트워크망을 이용하였다. 현재 실험대상인 캠퍼스의 전체 네트워크망은 기가비트 이더넷을 백본으로 하고 있으며 본 논문에서 중점적으로 데이터를 추출할 라우팅스위치는 Cajun P550 모델로 구성되어 있다. 각 건물에서 백본 라우팅스위치에 있는 곳까지는 기가비트 이더넷으로 연결되어 있고 백본 라우팅스위치가 자리잡고 있는 건물은 100Mbps UTP 케이블로 연결되어 있다.

### 2. 결과분석

#### 2.1. 내부 네트워크 성능분석

##### 2.1.1 모듈별 포트별 이용도

2001년 10월 14에서 11월 24일까지의 약 40일간의 포트별 이용도를 나타낸 것이 그림 3-1과 같다. 그림 3-1에서 회선속도로 볼 때 Module 2,3은 2Gbps로 기가비트 이더넷을 나타낸 것이고 Module 4는 200Mbps와 100Mbps로 패스트 이더넷을 나타낸 것이다.

Module 2,3의 기가비트 이더넷의 40일간 평균 이용율은 0.265%로 측정되었고 Module 4의 패스트 이더넷은 0.648%로 측정되었다. 여기에서 이용율의 측정 공식은 (Input Octet의 합 + Output Octet의 합) / 폴링타임으로 측정된 값들이다. 수집기간동안의 평균이용율이 낮게 나타난 이유는 Input Octet과 Output Octet의 수치가 작았기 때문이다[13].

1) 옥텟(Octet) : 패킷은 사이즈가 가변적이기 때문에 정확한 양을 할 수 있는 단위가 아니므로 패킷을 8bit 단위로 잘라 놓은 것을 옥텟이라고 한다

종류 유형	장비 유형	특정 IP	시간대	라인수		
이용도(텍스트)	전체		전체	40		
기간 설정 (주, 월, 일 기준) [2001년 10월 14일 ~ 2001년 11월 24일] 조회						
기간포트를 통해 [총 9개] [1/1]						
상세	지역	구간명	IP	회선 속도	이용률	Throughput(kbps)
입력	알수없음	Module 2, Port 1	203.232.182.128	2G	0.09	225.02K
입력	알수없음	Module 3, Port 1	203.232.182.128	2G	0.23	1.45M
입력	알수없음	Module 3, Port 2	203.232.182.128	2G	0.19	1.20M
입력	알수없음	Module 3, Port 3	203.232.182.128	2G	0.61	6.79M
입력	알수없음	Module 4, Port 1	203.232.182.128	200M	0.58	915.30K
입력	알수없음	Module 4, Port 2	203.232.182.128	100M	0.40	108.17K
입력	알수없음	Module 4, Port 3	203.232.182.128	100M	1.44	947.72K
입력	알수없음	Module 4, Port 4	203.232.182.128	200M	0.17	114.36K

그림 3-1. 포트별 이용도(텍스트)

포트별 이용도의 측정치를 살펴보면 측정된 모든 포트의 평균이용율이 1%이내인 것을 알 수 있다. 가장 많은 이용율을 나타낸 것은 패스트 이더넷인 Module 4, Port 3에서 1.44%로 측정되었으며 나머지 포트에서는 1%이하로 측정되었다. LAN상에서 네트워크의 이용율이 보통 40%이하이면 정상 상태라고 표현하며 20%이하에서는 매우 안정적이라고 한다. 본 측정에서 포트별 이용도를 보면 모두 20%이하로 측정되었으면 매우 안정적으로 네트워크가 사용되고 있다고 볼 수 있다.

그림 3-2에서 보면 각 모듈 포트별 최대 이용율을 나타내고 있다. 여기에서 Module 3, Port 3에서 7.71%가 발생하였지만 모든 모듈 포트에서 10%로 이하로 측정되어 현재 네트워크 성능은 양호한 것으로 나타났다.

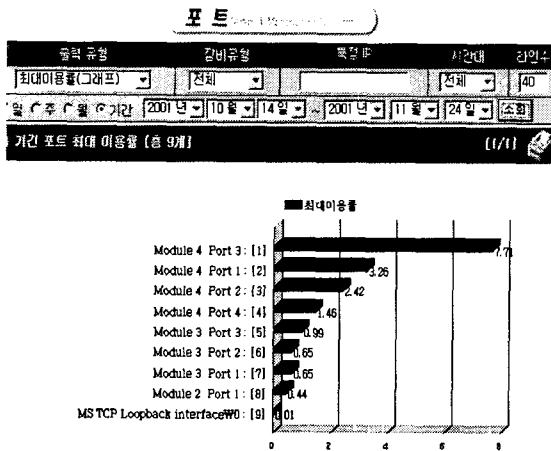


그림 3-2. 포트별 최대 이용율

## 2.1.2 특정포트 이용도 분석

기간포트를 통해 [총 9개] [1/1]							
기간포트를 통해 [총 9개] [1/1]							
203.232.182.128	203.232.182.128						
UNKNOWN	UNKNOWN						
Yes	알수없음						
미상	미상						
미상	미상						
미상	미상						
Lucent Technologies Cajun Switch Agent v4.3.4							
없음							
Module 3, Port 3							
13							
미상							
미상							
날짜	이용률	BPS		패킷비율		패킷 손실률	패킷 수신률
		입력	출력	입력	출력	Upkt	NUpkt
10월30일	0.75	7.51M	7.45M	51	49	64	16
10월24일	0.74	8.69M	6.36M	51	49	71	29
10월29일	0.73	7.64M	6.68M	51	49	85	15
11월01일	0.73	9.72M	4.89M	52	48	76	24
10월15일	0.70	6.00M	7.93M	49	51	85	15
10월23일	0.67	8.43M	5.06M	52	48	79	21
10월19일	0.67	6.68M	6.78M	51	49	82	18
10월31일	0.66	7.21M	6.04M	51	49	80	20
11월02일	0.62	6.23M	6.29M	50	50	81	19
10월16일	0.60	7.69M	4.40M	52	48	79	21

그림 3-3. Module 3, Port 3의 이용도 분석

포트별 특성을 알아보기 위하여 기가비트 이더넷인 Module 3, Port 3의 특정포트를 지정하여 성능분석을 실시하여 그림 3-3과 같은 결과치를 얻었다. Module 3, Port 3에 대하여 요일별 이용도 분석에서는 학생들 및 교직원의 이용이 많은 주중에 이용도가 높았고, 주말에는 이용도가 낮게 측정되었다. 또한 입출력 패킷비율로 볼 때 입력패킷과 출력패킷의 비율은 거의 비슷하게 측정되었으며, Unicast패킷과 Non Unicast패킷비를 측면에서 보면 Unicast패킷비율이 평균 80%를 차지하였으며 Non Unicast패킷은 20%로 나타났다.

기간포트를 통해 [총 9개] [1/1]							
기간포트를 통해 [총 9개] [1/1]							
203.232.182.128	203.232.182.128						
UNKNOWN	UNKNOWN						
Yes	알수없음						
미상	미상						
미상	미상						
미상	미상						
Lucent Technologies Cajun Switch Agent v4.3.4							
없음							
Module 3, Port 3							
13							
미상							
미상							
날짜 및 시간	이용률	BPS		패킷비율		패킷 손실률	패킷 수신률
		입력	출력	입력	출력	Upkt	NUpkt
10월24일 12-13시	0.99	11.92M	7.95M	51	49	70	30
10월24일 11-12시	0.95	10.16M	6.98M	50	50	69	31
10월23일 15-16시	0.91	10.34M	7.89M	51	49	75	25
10월19일 15-16시	0.90	7.80M	10.41M	48	52	82	18
10월19일 14-15시	0.90	7.36M	10.63M	49	51	78	22
10월16일 16-17시	0.09	9.60M	8.15M	52	48	80	12
10월15일 17-16시	0.69	7.81M	9.95M	49	51	82	18
11월01일 16-17시	0.66	10.07M	6.71M	52	48	77	23
10월19일 12-13시	0.66	6.76M	10.76M	48	52	64	16
10월19일 11-12시	0.67	6.27M	11.18M	48	52	76	22
10월30일 15-16시	0.67	9.36M	8.09M	49	51	80	20

그림 3-4. Module 3, Port 3 시간대별 이용도 비교

또한 그림 3-4에서 Module 3, Port 3의 시간별 이용도를 비교한 것이다. 여기에서는 이용도가 대체로 낮 시간대에 이용률이 많음을 알 수 있다. 이는 네트워크 이용률이 캠퍼스 내 학생들의 강의시간과 교직원들의 업무시간대와 밀접한 연관이 있는 것으로 측정되었다. 이용률이 많은 시간대의 패킷들의 특성을 살펴보면 약 80%정도가 Unicast 패킷으로 측정되었다. 이는 네트워크 사용자들의 성향을 분석할 수 있는데 인터넷, 학사행정프로그램 사용 등의 사용이 많음을 알 수 있다.

네트워크에서 패킷 손실율과 에러 수신율도 성능 분석의 중요한 자료가 된다. 패킷 손실율이나 에러 수신율과 같이 네트워크의 성능 관련 특성을 정확히 파악하기 위해서는 성능 분석자료가 장기간에 걸쳐 수집해야 한다. 그러므로 본 측정에서는 40일간의 측정에서 패킷 손실율이나 에러 수신율이 발생하지 않았으므로 현재 네트워크의 성능은 양호한 편이라 할 수 있을 것이다.

2.1.3. 패킷비율

그림 3-5은 포트별 이용도를 패킷비율측면에서 측정해 본 것이다. 그림 3-5에서 Unicast 전송 방식은 하나의 송신자가 다른 하나의 수신자로 데이터를 전송하는 방식으로 일반적인 인터넷 응용프로그램이 모두 Unicast 방식을 사용하고 있다.

상세	지역	구간명	IP	패킷비율				패킷 손실율	에러 수신율
				Ucast	NUcast	입력	출력		
MS TCP Loopback interface#0			202.30.58.127	100.0	0.0	50.0	50.0	0	0
Module 4, Port 4			203.232.182.128	22.4	77.6	9.1	90.9	0	0
Module 4, Port 3			203.232.182.128	66.7	33.3	36.2	63.8	0	0.0000
Module 4, Port 2			203.232.182.128	26.6	73.4	12.1	87.9	0	0
Module 4, Port 1			203.232.182.128	61.4	38.6	30.9	69.1	0	0
Module 3, Port 3			203.232.182.128	80.0	20.0	51.0	49.0	0	0
Module 3, Port 2			203.232.182.128	30.5	69.5	15.9	84.1	0	0.0000
Module 3, Port 1			203.232.182.128	51.4	48.6	24.0	76.0	0	0
Module 2, Port 1			203.232.182.128	26.4	73.6	11.7	88.3	0	0.0000

그림 3-5. 포트별 패킷비율(텍스트)

반면 Non Unicast전송방식은 하나의 송신자가 같은 서브 네트워크 상의 모든 수신자에게 데이터를 전송하는 브로드 캐스트 방식과 하나 이상의 송신자들이 특정한 하나 이상의 수신자들에게 데이터를 전송하는 인터넷 화상 회의등의 멀티캐스트 방식이다. 이 실험에서 Module 4, Port 4를 보면 Unicast와 Non Unicast의 비율은 각각 22.4%, 77.6%로 나타났고, 입력패킷과 출력패킷의 비율은 각각 9.1%, 90.9%로 나타났다. 이는 패킷이 인터넷 응용프로그램등을 이용한 특정IP로 가는 Unicast의 비율이 낮고 브로드캐스트와 같이 불특정IP로 가는 Non Unicast의 비율이 높음을 알 수 있다. 그림 3-6는 각각 Unicast와 Non Unicast 패킷비율 그래프로 나타낸 것이다.

그림 3-6에서 Module 3 Port 2, Module 4 Port 2, Module 2 Port 1, Module 4 Port 4는 Non Unicast의 비율이 더 높다. 이는 이 포트들이 브로드 캐스트가 많이 일어났다는 것을 의미한다. 브로드 캐스트의 메시지가 각 노드로 들어가면 각 노드에서는 현재의 작업을 중단하고 브로드 캐스트 처리를 우선 실행해야 한다. 브로드 캐스트가 자주 일어나면 각 노드에서의 처리가 실행되지 않아 네트워크 전체가 다운되는 장애가 발생할 수도 있다. 이 장애를 브로드 캐스트 스톰(Broadcast storm)이라고 하는데 본 측정에서 Non Unicast의 비율이 높은 Module 3 Port 2, Module 4 Port 2, Module 2 Port 1, Module 4 Port 4들은 브로드 캐스트 스톰에 주의할 필요가 있다[14].

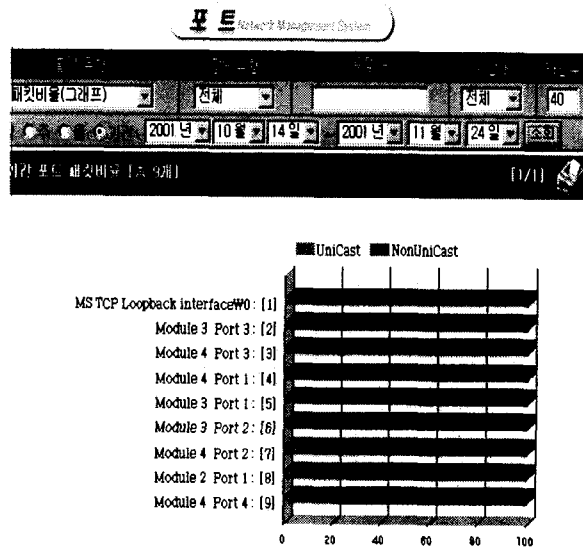


그림 3-6. Unicast와 Non Unicast 패킷비율 그래프

2.1.4. 라우팅 통계

그림 3-7은 기간별 라우팅 통계를 측정한 것이다. 여기에서 입·출력 패킷을 보면 입력 패킷이 많음을 알 수 있다. 이것은 Non Unicast 패킷, 즉 브로드 캐스트가 많이 발생했다는 것을 의미하는 것이다. 왜냐하면 라우터로 입력 되는 패킷 중에서 브로드 캐스트의 패킷은 라우터를 통과 시키지 않고 패킷들을 폐기하기 때문에 입력패킷 비율이 높은 것이다. 출력패킷 비율이 나타내는 것은 Unicast 패킷, 즉 목적지를 가지고 들어오는 패킷들을 라우터에서 라우팅을 하여 목적지로 보내지는 패킷의 비율을 나타내는 것이다.

기간별 라우팅(상세 빅스트)		조회			
기간별 라우팅 상세 통계 [2001년 10월 14일(일) ~ 2001년 11월 24일(토) : 전체시간에]					
호스트명	WHITEHAND	IP주소	202.215.25		
호스트명	microsoft	OS	Window NT		
라우팅	Yes	라우팅	알수없음		
라우팅	미상	라우팅	미상		
라우팅	미상	라우팅	미상		
라우팅	미상	라우팅	미상		
Hardware: x86 Family 5 Model 4 Stepping 2 AT/AT COMPATIBLE - Software: Windows 2000 Version 5.0 (Build 2195) Uniprocessor					
라우팅	없음				
날짜 및 시간	입력패킷용	출력패킷용	패킷폐기용	라우팅패킷용	경리트래픽용
11월06일 22-23시	51.9	48.1	0	0	1.3
10월15일 18-19시	51.9	48.1	0	0	0.5
10월24일 12-13시	71.0	28.0	0	0	1.7
10월21일 16-17시	74.4	25.6	0	0	3.4
10월18일 23-24시	76.1	23.9	0	0	2.6
11월06일 23-24시	76.9	23.1	0	0	3.4
10월19일 00-01시	77.1	22.9	0	0	1.9
10월18일 18-19시	77.1	22.9	0	0	1.3
11월07일 13-14시	78.7	21.9	0	0	1.7
10월20일 19-20시	78.8	21.2	0	0	2.9

그림 3-7. 라우팅 통계

그림 3-7에서 입력 패킷이 높다 것은 불필요한 브로드 캐스트가 많이 발생했다는 것을 의미한다. 이것은 전체 네트워크의 성능이 저하되고 네트워크의 부하만 가중시킬 뿐이다. 이런 불필요한 브로드 캐스트를 막기 위해서는 WINS 서버를 사용함을 권하고 싶다. WINS를 사용하면, 컴퓨터 이름을 알아내기 위한 불필요한 브로드 캐스트 패킷이 네트워크에서 사라지게 하므로 결과적으로 네트워크 성능은 향상된다. 이것은 네트워크에 물려 있는 단말의 개수가 많을 때 확연히 드러나기 때문에 현재 캠퍼스 내에서는 더 좋은 효과를 얻을 것이다.

그림 3-7의 라우팅 통계 측정에서는 패킷 폐기율과 라우팅 에러율은 발생하지 않았다[15].

2.2. 외부 네트워크 성능분석

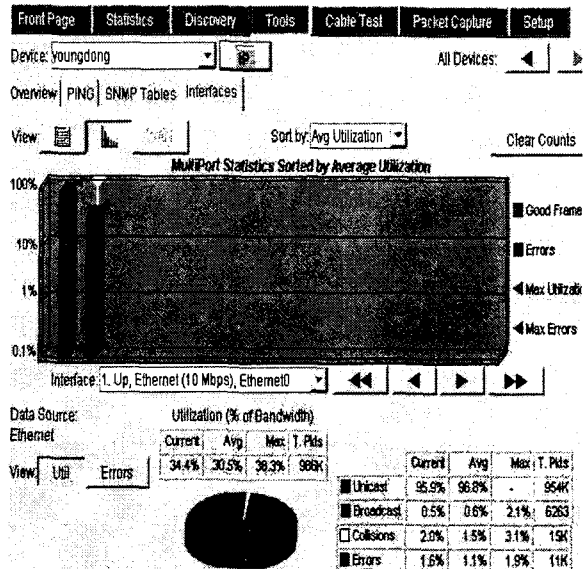


그림 3-8. 외부망 이용률

외부 네트워크 성능분석은 이용률 및 패킷들의 특성에 따른 분석으로 그림 3-8과 같이 측정되었다.

외부망의 현재 이용률이 10Mbps중 34.4%를 이용하고 있으며 평균 이용률이 30.5%이고 최대사용률은 38.3%로 나타났다. 이 34.4%의 이용률 중에서 Unicast 비율과 브로드 캐스트 비율을 살펴보면 Unicast 패킷은 95%이상을 차지하고 있다. 이는 외부망으로 나가는 대부분의 패킷들이 목적지가 있는 IP로의 패킷들이란 것을 말한다. 현재 이용률 중에서 평균 에러율은 1.1%이고, 평균 충돌율은 1.5%로 측정되었다. 이는 현재 이용률에서의 Unicast 비율이 95%로 이상을 차지하고 있으며, 브로드 캐스트의 비율이 1%미만이고 외부망의 이용률도 40%미만이므로 나타나고 있으므로 현재 외부망의 사용 상태는 양호한 편이라 할 수 있다.

위의 측정에서 알 수 있듯이 현재 10Mbps의 외부망은 캠퍼스 내의 외부 네트워크의 사용 수요를 충분히 수용할 수 있으므로 당분간 외부망의 증속등의 조치는 불필요한 것으로 사료된다.

2.3. 방화벽

방화벽은 내부 네트워크와 외부 네트워크 상호간에 미치는 영향을 차단하기 위하여 설치된 시스템을 통칭한다. 방화벽은 외부 네트워크로부터의 접근통제를 위하여 사전에

허가된 접근 또는 서비스, 프로토콜만을 통과시킴으로써 내부 네트워크를 외부 네트워크와 격리, 보호한다.

방화벽은 일반적으로 네트워크 서비스별로 해당 서비스를 요구한 호스트의 IP 주소와 포트번호, 사용자 인증에 기반을 두고 외부 침입을 차단하게 되는데, 허용된 네트워크 사용자에게 원하는 서비스를 제공하면서 허용되지 않은 사용자에게는 서비스를 차단하고, 해당 서비스의 허용 또는 실패에 대한 기록을 남기게 된다. 이렇게 서비스를 제공함에 있어서, 방화벽의 종류와 특성에 따라 네트워크 사용자에게 투명성을 보장하지 않을 수도 있으므로 적용 네트워크의 성격에 따라 가장 알맞은 형태의 방화벽을 선정하는 것이 매우 중요하다.

이런 이유로 현재 캠퍼스내에 방화벽을 설치하여 운영중이다. 방화벽은 전산소 내의 서버로의 접근을 보호하기 위하여 서버그룹에만 설치되어 있다. 이는 서버그룹으로 접근하는 허가 받지 않은 모든 패킷들을 막을 수 있다는 장점이 있고, 서버그룹의 내부네트워크는 방화벽의 영향을 받지 않으므로 외부망과의 연결이 빠르다는 장점이 있다. 하지만 외부망에서 내부네트워크로의 접근, 즉 교수 연구용 PC, 행정용 PC, 학생 수업용 PC 등이 해킹에 노출되어 있는 상태이다. 그러므로 빠른 시일내에 외부망에서 들어오는 패킷들에 대해서도 보안이 요청되고 있는 실정이다.

현재 보안에 대한 개선점으로서는 외부망에서 라우팅스위치로의 접근전에 방화벽을 하나 더 설치하여 외부망에서 교내 네트워크로 접근하는 모든 패킷들을 검사하여 안전한 패킷만이 진입할 수 있도록 해야 할 것이다. 이런 네트워크를 구현하면 새로이 설치될 방화벽을 통하여 모든 패킷들이 입출력되므로 외부망으로의 속도는 조금 느려지겠지만 캠퍼스 내의 내부 네트워크까지도 보호할 수 있어 중요한 연구자료나 행정문서들의 해킹우려에서 벗어날 수 있을 것이다[16].

#### IV. 결론

본 논문에서는 캠퍼스 내의 네트워크 사용이 원활하게 이루어지는지를 분석하기 위하여 네트워크 성능분석을 해 보았다. 캠퍼스 내부의 네트워크 백본은 기가비트 이더넷으로 구성되어 있으며, 네트워크 평균이용율이 1%이내이고 최대이용율도 10%정도로 네트워크 유통량은 아직은 충분한 여유가 있다.

또한 현재 캠퍼스내의 외부망으로의 회선 이용율을 보면

평균 30.4%이고 최대 38.3%로 나타났다. 이중 Unicast 패킷비율이 95%이상이므로 외부망으로 나가는 대부분의 패킷들이 목적지가 있는 IP로의 패킷들임을 알 수 있다. 현재 10Mbps의 외부망 중 약 30%정도 이용하므로 캠퍼스 내의 외부 네트워크의 사용 수요를 충분히 수용할 수 있기 때문에 당분간 외부망의 증속등의 조치는 불필요한 것으로 사료된다.

라우팅 통계에서 보면 Non Unicast 패킷, 즉 브로드 캐스트가 많이 발생하고 있음을 알 수 있다. 이렇게 불필요한 브로드 캐스트가 많이 발생할 시에는 네트워크의 성능 저하뿐만 아니라 네트워크의 부하만 가중시키게 된다. 이를 줄이기 위하여 현재 캠퍼스 내의 WINS를 사용하지 않는 각 단말기에 WINS의 사용을 권하는 바이다.

보안 측면에서 캠퍼스 네트워크를 보면 현재 전산소내의 서버들은 외부로부터의 불법적인 접근에서 보호가 될 수 있다. 하지만 외부망에서 내부 네트워크로의 접근, 즉 교수 연구용 PC, 행정용 PC, 학생 수업용 PC 등의 해킹에 노출되어 있는 상태이다.

본 논문에서의 네트워크 성능분석 결과 캠퍼스내의 네트워크 성능은 아직 양호한 편으로 나타났으며 내부 네트워크 유통량도 아직은 여유가 있는 편으로 나타났으며 외부망에서도 아직은 여유가 있는 것으로 나타났지만 보안상의 문제가 있는 것으로 나타났다.

보안에 대한 개선점으로서는 현재 사용하고 있는 방화벽 이외의 외부망과 라우팅스위치 사이에 또 다른 방화벽을 설치하여야 한다. 이를 통하여 외부망에서 내부 네트워크로의 모든 패킷들을 검사하여 안전한 패킷만이 진입할 수 있도록 해야 할 것이다. 이렇게 캠퍼스 전체 네트워크에 대한 방화벽을 하나 더 설치하면 외부망과의 연결이 조금 느려지겠지만 교내 클라이언트들까지도 보호할 수 있어 중요한 연구자료나 행정문서들의 해킹우려에서 벗어날 수 있어 더욱 더 안전한 캠퍼스 내부 네트워크를 구성할 수 있을 것이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 박진호, "기가비트 캠퍼스 네트워크 구축 방안에 관한 연구", 동아대학교, 1999. 12.
- [2] 이병기, 강민호, 이종희, "광대역 정보통신", 교학사, 1999. 9. 10.
- [3] [http://www.3com.co.kr/technology/key\\_net/gigabit/horison.html](http://www.3com.co.kr/technology/key_net/gigabit/horison.html)



[4] Izzo, "Gigabit Networks : Standards and Schemes for Next-generation Networking", Paul Wiley Computer Pub, 2000.

[5] <http://knight.sungsim.ac.kr/~int/network/one/index.html>

[6] Touch, Joseph D. (Edt), Sterbenz, James P. G. (Edt), "Protocols for High-Speed Networks VI", Kluwer Academic Pub, 1999. 10.

[7] <http://kmh.yeungnam-c.ac.kr/emcycl/terms/termsG/gigabite2.htm>

[8] 김한규, 박동선, 이재광 공저, "데이터 통신과 네트워킹", 2000. 5.

[9] "Gigabit ethernet 기술개발", 정보통신부, 1999.

[10] [http://ns.nasainfo.co.kr/prod/system/system\\_net06.asp#op](http://ns.nasainfo.co.kr/prod/system/system_net06.asp#op)

[11] Edwards, "Getting ready for Gigabit Ethernet", 1996.

[12] 이희수 "기가비트 이더넷을 이용한 백본 LAN 性能 向上 方案 研究", 고려대학교, 2000.

[13] 南允朝, "Gigabit ethernet switch 기반 Network의 성능에 관한 연구", 順天大學校, 2001.

[14] 주간기술동향 통권 882호, 1999. 2.

[15] Izzo, Paul, "Gigabit Lans", John Wiley & Sons (Sd), 2000. 2.

[16] PLUS(포항공대 유닉스 보안 연구회), "Security PULS for UNIX", 영진.com, 2000. 8.

지 흥 일( Hong-Il Ji)

정회원



2002년 2월 : 충북대학교 대학원  
컴퓨터공학과(공학석사)  
2002년 3월 ~ 현재 : 충북대학교  
대학원 컴퓨터공학과  
(박사과정)

<관심분야> : 멀티미디어 통신, 컴퓨터 네트워크, 콘텐츠 관리 및 보호, 네트워크 보안

이 준 희(Jun-Hee Lee)

정회원



1995년 2월 : 충북대학교 컴퓨터공학과  
(공학사)  
1998년 8월 : 충북대학교 대학원 컴퓨터  
공학과 (공학석사)  
2002년 2월 : 충북대학교 대학원 컴퓨터  
공학과(박사수료)

2000년 8월 ~ 현재 : (주)아이젠소프트 CTO

2002년 3월 ~ 현재 : 두원공과대학 인터넷프로그래밍과  
겸임교수

<관심분야> : 멀티미디어 통신, 무선 인터넷

이 재 영(Jae-Young Lee)

정회원



1996년 2월 : 세명대학교 전자계산학과  
(이학사)  
2000년 8월 : 세명대학교 교육대학원  
전자계산교육(교육학석사)  
2001년 3월 ~ 현재 : 충북대학교  
대학원 컴퓨터공학과(박사과정)

2000년 9월 ~ 현재 : 세명대학교 강사

<관심분야> : 멀티미디어 통신, 트래픽 공학, ATM, 정보통신정책, 전자상거래, 보안

조 용 환( Yong-Hwan Cho)

중신회원



1989년 2월 : 고려대학교 대학원  
(이학박사)  
1982년 3월 ~ 현재 : 충북대학교  
컴퓨터공학과 교수

현재 : (사)한국콘텐츠학회장

<관심분야> : 멀티미디어 통신, 트래픽 공학, ATM, 정보통신정책