

碩士學位論文

近距離通信網(LAN) 再構築에 관한 研究

- 行政機關 LAN을 中心으로 -



濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

通信工學專攻

文勝煥

2004

碩士學位論文

近距離通信網(LAN) 再構築에 관한 研究

- 行政機關 LAN을 中心으로 -

指導教授 李 鎔 鶴



濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科

通信工學專攻

文 勝 煥

2 0 0 4

近距離通信網(LAN) 再構築에 관한 研究

- 行政機關 LAN을 中心으로 -

指導教授 李 鎔 鶴

이 論文을 工學 碩士學位 論文으로 提出함

2004 年 6 月 日

濟州大學校 産業大學院

電子電氣工學科 通信工學專攻



文勝煥의 工學 碩士學位 論文을 認准함

2004 年 6 月 日

委 員 長 金 興 洙 印

委 員 康 鎭 植 印

委 員 李 鎔 鶴 印

목 차

목 차	i
표 목 차	iii
그림목차	iv
Summary	iv
I. 서론	3
II. LAN 기술	5
1. LAN 시스템 종류	5
2. ATM LAN	13
3. 무선 LAN	14
III. LAN 트래픽	15
1. 네트워크 트래픽 관리	15
2. 네트워크 관리시스템	16
3. LAN 트래픽 성능변수	17
IV. LAN의 구축	23
1. 기존의 LAN 성능분석	23
2. LAN 재구축	33



V. 결과 및 고찰	36
1. ping응답시간 및 전송속도 분석	36
2. FTP 전송시간 및 처리량 분석	38
VI. 결론	43
참고문헌	44
부록 I. 실험결과	46



표 목 차

Table 1. IEEE 802.3 10Mbps physical layer medium	7
Table 2. IEEE 802.3 100Mbps physical layer medium	10
Table 3. Network performance indicators	17
Table 4. SNMP MIB factors affecting networking capacity	18
Table 5. Traffic measuring indicators	19
Table 6. Concepts of SLO and SLA	19
Table 7. Category of traffic measuring methods	21
Table 8. Category of traffic monitoring and analysis	22
Table 9. Characteristics of sub-network	31
Table 10. Device of PC construct	31
Table 11. Network devices construct	32

그림 목 차

Fig. 1. CSMA/CD flow chart	6
Fig. 2. IEEE 802.3 100BASE-T option	9
Fig. 3. The construction of gigabit-ethernet	11
Fig. 4. IEEE 802.11 structure	14
Fig. 5. Management structure of network traffic	15
Fig. 6. Concept of flow	21
Fig. 7. Research subject's network	23
Fig. 8. Ethernet collision domain	25
Fig. 9. Distribution of network layer protocol	27
Fig. 10. Distribution of application layer protocol	28
Fig. 11. Measured traffic according to time bracket	29
Fig. 12. Experiment model	30
Fig. 13. Proposed network	35
Fig. 14. ping response time	36
Fig. 15. Transmitting speed	37
Fig. 16. Transmitting time	39
Fig. 17. FTP processing volume	40
Fig. 18. Transmitting time	41
Fig. 19. FTP processing volume	42

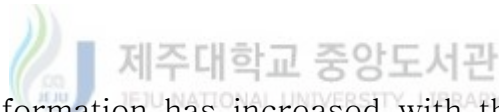
A Study on the LAN Reconstruction (Focusing on Administrative Organ)

Seung-Hwan Moon

Department of Electrical and Electronic Engineering
Graduate School of Industry
Cheju National University

Supervised by professor Yong-hak Lee

Summary



As the need of information has increased with the development of informative society, LAN users require superhighway network service to deal with various traffics. Therefore, multimedia service such as VOD(video on demand) which is spreading rapidly, electronic documents and screen meeting should be offered in real time.

This thesis offers the reconstruction of the network to enhance the working efficiency by using the network of the administrative organs. First of all to evaluate the capacity of the network, the administrative organ was divided into 8 area based on the equipment

structure, and then the response time, the transmission speed, the transmission time and the amount treatment were measured. The problems of the network were analyzed by these measured data. The outcomes of the analysis are described : Firstly, lots of LAN segments are connected in each hub of LAN section. Secondly, the present capacity, 10Mbps, is unacceptable for multimedia and huge capacity service. Finally, improving the speed has to be required because the speed of transmissions and process were too slow. From the measured data, this thesis offers to divide LAN segments, to decrease the number of users in one subnet for increasing the transmission efficiency and to extend 10Mbps to 100Mbps by replacing the dummy hub with the switching-hub. In order to increase the transmission speed of the WAN sections, the speed of 256kbps and 512kbps has been elevated to the level of 512kbps and E1 respectively. After the network with expanded capacity was reconstructed, the functions were analyzed. As the result, the reconstructed network has confirmed as having the improved function.

I. 서 론

20세기말부터 급속하게 발전한 정보통신기술은 산업과 경제활동 전반에 걸쳐 혁신적인 변화를 주도해 오고 있다. 정보기술의 발전은 사회전반의 정보와 지식을 디지털화 시켰으며 인터넷으로 대변되는 네트워크의 발달은 디지털화된 정보를 ‘언제, 어디서, 누구나’ 쉽게 접근할 수 있도록 만들었다. 이러한 정보혁명은 기존 사회의 가치관과 산업에 많은 변화를 가져왔다. 1980년대 당시의 고속 LAN(Local area network)은 10Mbps 이더넷(Ethernet) 혹은 16Mbps 토큰링(token-ring)이었다. 고속 LAN이 출현하기 시작한 당시의 속도가 3Mbps 혹은 4Mbps 이었음을 감안해 볼 때 매우 빠른 속도였다. 불과 수년 전만해도 상상할 수 있는 최고 속도는 100Mbps 정도였으나 1998년에 들어서는 622Mbps ATM과 기가비트 이더넷이 출현함으로써 주목을 끌기 시작하였다. 1999년부터 등장한 10기가비트 이더넷기술은 2002년도에 상용제품으로 출시되었고 지금은 고속 LAN의 핵심장비로서 널리 보급되고 있다.(김태완, 2002)

특히 LAN과 WAN(wide area network)환경에서 네트워크의 발전은 규모의 증가와 다양한 전송매체, 장비등의 개발과 발전을 촉진시켜왔으며 업무전산화로 인한 분산 컴퓨팅 환경이 확대되고 네트워크 기반의 응용프로그램이 다양하게 개발됨에 따라 네트워크 트래픽은 기하급수적으로 증가하고 있다. 또한 인터넷 이용의 확산과 정보의 멀티미디어화에 따라 인터넷 트래픽이 급성장하고 있어 이미 인터넷 접속망에 대한 접속장애, 대기과 같은 병목현상과 이용속도의 저하등의 문제가 나타나고 있으며 인터넷 사용인구의 증가 추세로 볼 때 심각한 문제가 대두되고 있다.(김대식, 1999) 이러한 문제점들로 인하여 다양한 트래픽 처리를 위한 초고속의 통신서비스를 요구하고 있다. 즉, 급속도로 확산되고 있는 VOD 서비스와, 전자결제, 화상회의 등과 같은 멀티미디어 서비스는 이용자에게 실시간으로 제공할 수 있어야 한다. 이러한 멀티미디어 서비스 등을 제공하기 위하여 현재 LAN 구조의 동작특성을 체계적으로 분석하여 그에 따른 네트워크 재구성이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 제주도내 여러 행정기관 중 한 기관을 선정하고 LAN 네트워크 구성에 따른 효과적인 서비스를 위해 기존 네트워크를 분석하여 새로운 네트워크 모델을

구성한다. 네트워크의 성능을 측정 분석하기 위해 선정된 행정기관 네트워크에 대하여 장비구성에 따라 A에서 H지역의 8개구간으로 분류한다. 그리고 네트워크 성능인 ping응답 시간, 전송속도, 전송시간과 처리량을 측정한 후 네트워크의 문제점을 분석한다. 성능의 측정방법은 ping명령어의 응답시간과 전송속도 측정은 각 지역별로 5회 이상 “pingscan”이라는 네트워크 소프트웨어를 사용하여 응답시간 표시의 평균값을 산출한다. ping응답시간 측정 패킷크기는 1000byte, 2000byte와 3000byte를 사용한다. FTP 전송시간과 처리량은 각 지역별로 최소 5회 이상 네트워크 소프트웨어인 “sunny FTP” 프로그램을 사용하여 측정한다. 실험은 전산실내의 워크스테이션에 FTP 서버 프로그램을 설치하여 FTP 환경을 구축하고 FTP 서버와 각 지역별 단말기간에 데이터는 Download와 Upload의 실행시 실제 전송시간과 처리량을 측정한다. 이때 실험 데이터는 10Mbyte, 20Mbyte, 40Mbyte와 60Mbyte를 사용한다. 실험결과에 따른 기존 네트워크의 성능을 분석한 결과에 의해 네트워크의 문제점을 분석한다. 이러한 문제점을 바탕으로 최적의 방안을 제시하여 네트워크를 재구성한 후 기존 네트워크와 그 성능을 비교 분석한다.

본 논문의 구성은 서론에 이어 II장에서는 LAN 시스템을 소개하고 III장에서는 현재 일반적인 네트워크 관리 시스템의 구조를 알아보고 네트워크들의 성능변수들에 대하여 고찰한다. IV장에서는 현 네트워크의 특성 분석 후 실험 네트워크에 대한 구성 및 트래픽 측정 방법을 설명하고 측정한다. 또한 현 네트워크 문제점 및 성능향상방안을 제시하고 네트워크 재구축을 한 다음 네트워크를 재측정한다. V장에서는 논문의 연구로부터 도출된 분석 자료에 대한 결과를 고찰한다. 마지막으로 VI장에서는 결론을 맺고자 한다.

II. LAN 시스템

LAN은 컴퓨터와 관련 주변 장치들을 반경 수십 Km이내에 있는 빌딩, 대학과 가정 등의 한정된 지역에서 구내간의 컴퓨터 통신을 하기 위하여 연결된 네트워크로서 데이터(문자, 음성, 영상 등), 인터넷과 전자결재시스템 등의 정보공유를 목적으로 한다. LAN 연결을 위하여 사용되는 매체는 유선(동축케이블, 나선(UTP, STP), 광케이블 등)과 무선(radio)이 있다. LAN 시스템 종류에는 이더넷, 고속 이더넷,기가비트 이더넷, 토큰링과 버스 등이 있다.(안순신,김은기, 1998)

1. LAN시스템의 종류

1) 이더넷(Ethernet)

미국의 제록스(Xerox Corporation), 미니컴퓨터 제조회사인 디지털이퀴프먼트와 반도체 제조회사인 인텔(Intel Corporation)이 공동으로 개발하여 1980년에 상품화하고 특허를 받았다. LAN은 컴퓨터 제조회사가 각기 나름대로 개발하고 있으나 LAN의 국제표준화를 추진하고 있는 미국전기전자기술자협회(IEEE)의 표준방식의 하나로서 채용되고 있다.

LAN의 전송매체는 동축케이블과 광섬유의 2가지로 크게 나눌 수 있으나 이더넷은 동축케이블을 채용, 1줄의 케이블에 임의로 OA기기를 접속할 수 있는 버스 구조 방식으로 네트워크를 형성하는데, 전송속도는 1초에 10Mbps이다.

이더넷은 데이터 전송을 위해 다음과 같은 내용의 CSMA/CD(Carrier sense multiple access with collision detection) 방식을 사용한다. 그림 1에서 CSMA/CD의 플로우차트에서 구조를 살펴보면 데이터를 보내려는 컴퓨터가 먼저 통신망이 사용 중인지 아닌지 검사한 후에 비어 있을 때 데이터를 보낸다. 통신망이 사용 중이면 일정시간을 기다린 후 다시 검사한다. 통신망이 사용 중인지는 전기적인 신호로 확인할 수 있다.

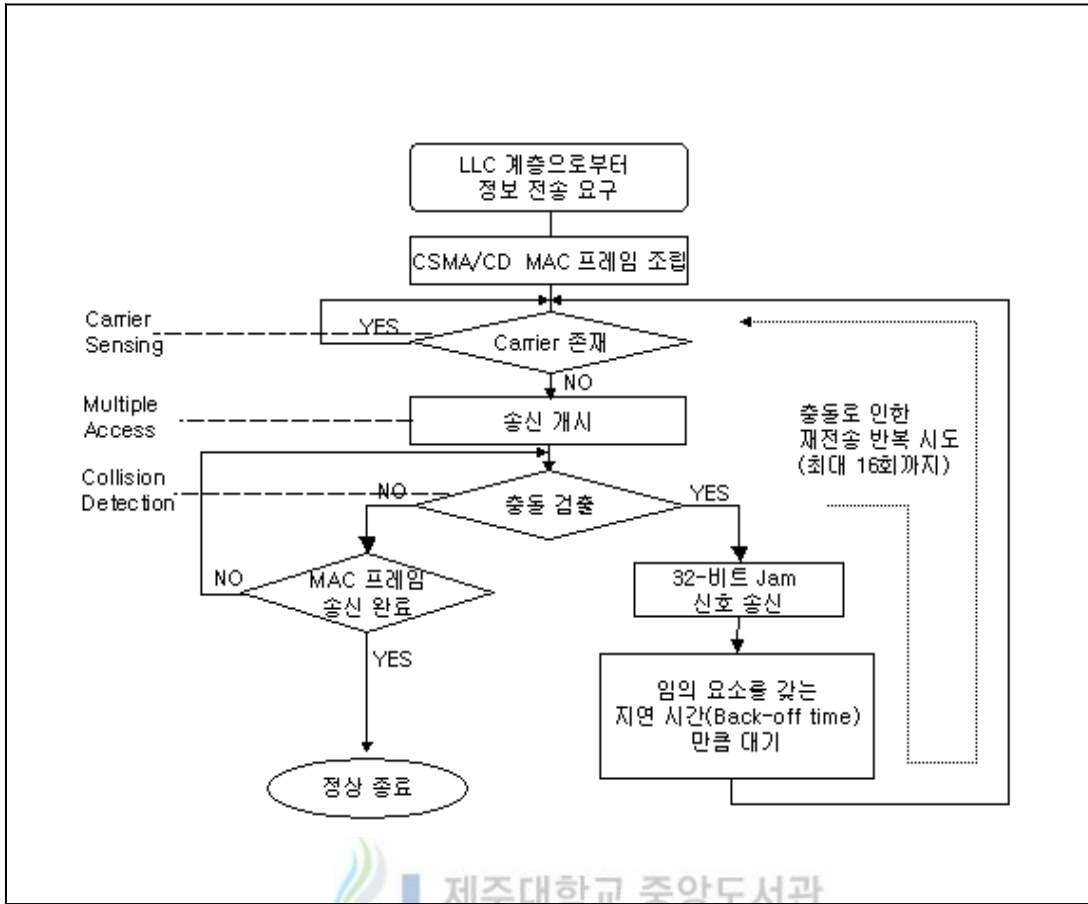


Fig. 1. CSMA/CD flow chart

만약 2개의 컴퓨터가 동시에 검사하여 통신망이 사용 중이지 않다는 것을 확인하고 동시에 전송하게 되면 충돌이 발생한다. 이런 경우에 대비해서 데이터를 전송한 컴퓨터는 자신의 데이터가 손상되지 않았는지를 확인하여 손상이 있으면 다시 전송하게 된다. 이때 두 컴퓨터의 재전송이 동일한 시간 후에 일어나면 다시 충돌이 발생하므로 재전송 시간은 일정한 방법에 의해 변경된다.

2) IEEE 802.3 10Mbps

IEEE 802.3 10Mbps는 10BASE5, 10BASE2, 10BASE-T, 10BASE-FP로 구분되며 표 1에 서는 물리적 매체 특성을 기술한다.

Table 1. IEEE 802.3 10Mbps physical layer medium

구 분	10BASE5	10BASE2	10BASE-T	10BASE-FP
Transmission medium	Coaxial cable(50 Ω)	Coaxial cable(50 Ω)	Unshielded twisted pair	850nm optical fiber pair
Signaling	Baseband (manchester)	Baseband (manchester)	Baseband (manchester)	manchester / on-off
Topology	Bus	Bus	Star	Star
Maximum segment length (m)	500	185	100	500
Node per segment	10	30	-	800
Cable diameter (mm)	10	5	0.4 to 0.6	62.4/125 μm

(1) 10BASE5 매체

10BASE5는 원래 IEEE 802.3 매체 명세로 이더넷의 근간이 되는 것이다. 10BASE5는 50 Ω 의 동축케이블과 맨체스터 디지털신호 방식을 사용하며, 케이블 세그먼트 최대길이는 500m이다. 리피터를 사용하여 네트워크를 확장할 수 있다. 리피터는 버퍼링을 하지 않고, 한 세그먼트를 다른 세그먼트와 분리시키지 않으므로 MAC(media access control) 레벨에 투명하다. 예를 들어, 서로 다른 세그먼트에 있는 두 스테이션이 동시에 전송하려고 하면 충돌이 일어나게 되고 이를 피하기 위해서는 두 스테이션간에 세그먼트와 리피터로 이루어지는 오로지 하나의 경로만이 허락되어야 한다. 두 스테이션간의 경로에 최대 4개의 리피터만을 허용하므로 네트워크의 효율적인 길이는 2.5km 정도까지 된다.

(2) 10BASE2 매체

LAN 이용자를 위해 10BASE5보다 적은 비용이 드는 10BASE2가 추가되었다. 10BASE5는 50 Ω 의 동축케이블과 맨체스터 신호 방식을 사용한다. 10BASE2는 10BASE5보다 가는 케이블을 사용하므로 세그먼트당 탭의 수가 훨씬 줄어들게 된다. 이 두가지는 같은 데이터율을 가지므로 리피터를 사용해 한쪽에서는 10BASE5를 같은 네트워크에서 결합할 수 있다. 한가지 제약조건은 10-BASE2 세그먼트가 두 개의 10BASE5 세그먼트를 연결하는데 쓰여서는 안 된다는 것이다. 왜냐하면 백본 세그먼트를 연결하는 세그먼트만큼 잡음에 강해야 하기 때문이다.

(3) 10BASE-T 매체

10BASE-T 매체는 비차폐 트위스트 페어 케이블(UTP)를 사용하여 10Mbps LAN을 만들 수 있다. 사무 빌딩에서 흔히 볼 수 있는데, 전화 케이블처럼 처음부터 설치하면 LAN으로 구성할 수 있으며 성형의 구조로 구성된다. 이것은 스테이션들이 멀티포트 리피터라고 하는 중앙 노드에 연결되어 있으며, 중앙 노드에서는 한 쪽 회선에서 데이터를 받아 다른 모든 스테이션으로 재전송한다.

비차폐 트위스트 케이블은 에러율을 적게하고 전송능력을 좋게 하기 위하여 링크의 길이를 100m정도로 제한된다. UTP케이블 대신 광섬유 링크를 사용할 수 있는데 500m까지 링크를 늘릴 수 있다.

(4) 10BASE-F 매체

10BASE-F는 광섬유를 사용함으로써 거리와 전송에 있어서의 이점을 잘 이용할 수 있다. 이 표준안에는 다음의 세가지 명세를 포함한다.

- 10BASE-FP(passive) : 스테이션들과 리피터들을 세그먼트당 1km까지 연결할 수 있는 수동적 성형 토폴로지
- 10BASE-FL(link) : 스테이션들이나 리피터들을 2km까지 연결하는데 쓰일 수 링크를 정의한다.
- 10BASE-FB(backbone) : 리피터들을 2km까지 연결하는데 대 점 링크를 정의한다.

위의 세가지 명세들은 각 전송링크를 위해서 한쪽 전송 방향마다 하나씩, 한쌍의 광섬유를 사용한다. 사용방법으로는 모두 맨체스터 인코딩 방법을 사용한다. 맨체스터 신호요소는 높은 전압에서는 빛이 존재하고 낮은 전압에서는 빛이 존재하지 않도록 하는 방식으로 광 신호요소로 변환된다. 10Mbps 맨체스터 비트흐름을 위해 실제 광섬유에서는 20Mbps만큼의 속도가 필요하다.

10BASE-FP는 33개의 스테이션까지 부착시킬수 있는 중앙 수동형 성형 시스템을 정의하는데, 이는 1개의 라인으로 입력받고 그 입력 받은 것을 지연없이 모든 나가는 라인으로 전송하는 광섬유 장비이다.

10BASE-FL과 10BASE-FB는 네트워크의 길이를 확장하는데 사용되는 점대점 연결에 대해서 정의하고 있는데, 이 두가지 차이점은 동기 재전송 신호방식을 사용한다는 점이다. 동기 신호 방식을 사용하면, 리피터로 들어오는 광신호가 로컬 클럭으로 다시 타이밍되어

재전송된다. 10BASE-FL에 쓰이는 비동기식 신호방식은 10BASE-FP에서처럼 재 타이밍 하는 것이 없기 때문에 타이밍 왜곡이 리피터를 통해서 전파된다. 결과적으로 거리를 늘리기 위해서 15개까지의 리피터를 연결하려 한다면 10BASE-FB가 사용되어야 한다.

(3) IEEE 802.3 100Mbps

고속 이더넷인 IEEE 802.3에서 저렴한 가격으로 이더넷과 호환이 가능한 100Mbps에서 동작하는 LAN을 제공하기 위해서 개발한 것이다. 이것은 100BASE-T를 기반으로 하고 있는데 다른 전송매체에서도 호환 가능하다.

IEEE 802.3 100Mbps는 그림 2와 같은 계층구조로 구성되어 있다.

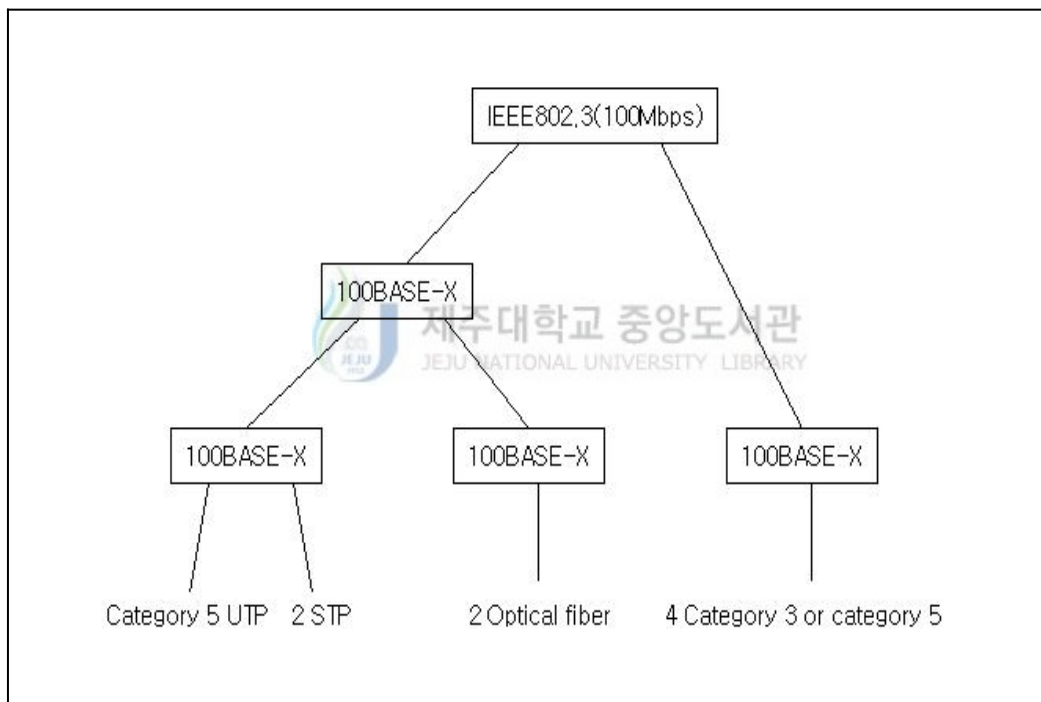


Fig. 2. IEEE 802.3 100BASE-T option

IEEE 802.3 100Mbps는 표 2와 같이 100BASE-TX, 100BASE-FX와 100BASE-T4로 구성되며, 각각의 물리층 매체특성은 다음과 같다.

Table 2. IEEE 802.3 100Mbps physical layer medium

구 분	100BASE-TX		100BASE-FX	100BASE-T4
Transmission medium	2 pair, STP	2 pair Category 5 UTP	2 optical fibers	2 pair Category 3, 4, 5 UTP
Signaling	MLT-3	MLT-3	4B/5B, NRZI	8B/6T, NRZ
Data rate	100Mbps	100Mbps	100Mbps	100Mbps
Maximum segment length (m)	100	100	100	100
Network span(m)	200	200	400	200

(1) 100BASE-X

100BASE-X에서 사용되는 모든 전송매체는 하나의 링크(단일 트위스트 페어, 단일 광섬유)에서 전송이 이루어지며, 단방향성으로 100Mbps의 데이터율을 낼 수가 있다. 이 매체를 활용하기 위해서는 효율적이고 효과적인 신호 인코딩 방법이 필요하다. 그래서 선택된 인코딩 방법중의 하나가 4B/5B-NRZI 이다. 100BASE-X는 100BASE-TX와 100BASE-FX로 나뉘어진다. 이것은 두 개의 물리적 매체 명세를 포함하는데, 하나는 100BASE-TX로 트위스트 페어에서 사용되는 것이고, 다른 하나는 광섬유에서 사용되는 100BASE-FX 라는 것이다. 100BASE-TX는 두쌍의 트위스트 페어 케이블을 사용하는데 한 쌍은 전송을 위하여 그리고 다른 한 쌍은 수신을 위해 사용한다. 그리고 STP와 카테고리 5 UTP 둘 다 사용이 가능하며 MLT-3 방식도 사용 가능하다. 100BASE-FX는 두 개의 광섬유케이블을 사용하는데, 하나는 전송을 위하여 다른 하나는 수신을 하기 위한 것이다. 100BASE-FX를 사용할 때는 4B/5B-NRZI 부호그룹 스트림을 광신호로 바꾸기 위한 수단이 필요하다.

(2) 100BASE-T4

100BASE-T4는 저품질의 카테고리 3 케이블에서 100Mbps의 데이터율을 내기 위해서 고안되었다. 따라서 대부분의 사무 빌딩에 설치되어 카테고리3의 케이블을 이용하다가 현재는 카테고리 5 케이블을 사용한다. 100BASE-T4는 패킷들 사이에서 연속적인 신호를 전송하지 않기 때문에, 전지전력(battery-power)을 사용하는 응용에 유용하다.

100BASE-T4에서는 전송될 데이터 스트림을 3개까지의 독립적인 데이터 스트림들로 나눈다. 각 데이터 스트림은 33.3 Mbps의 효율적인 데이터율을 갖게된다. 100BASE-T4에서 사용하는 UTP케이블은 4개의 트위스트 페어를 이용하는데, 그중에서 두개의 트위스트 페어는 데이터 송·수신용이고, 두개의 트위스트 페어는 백업용이다.

100BASE-T4에서는 100BASE-X에서 사용하는 NRZ 인코딩 방법을 쓸 수가 없다. 그 이유는 NRZ 인코딩이 각 트위스트 페어상에서는 33Mbps인 저속의 전송속도이며, 동기화도 지원하지 않기 때문이다. 그 대신 8B/6T라는 3진 신호 방식이 쓰인다.

3) 기가비트 이더넷

100BASE-T 네트워크에 LAN 세그먼트가 많아짐에 따라 더 많은 부하가 주어지게 되어 기가비트 이더넷이 필요하게 되었다. 기가비트 이더넷의 구성은 그림 3와 같으며, 고속 이더넷의 구성과 유사하다. 기가비트 이더넷은 10Mbps와 100Mbps에서 CSMA/CD 프로토콜과 형식을 따른다.

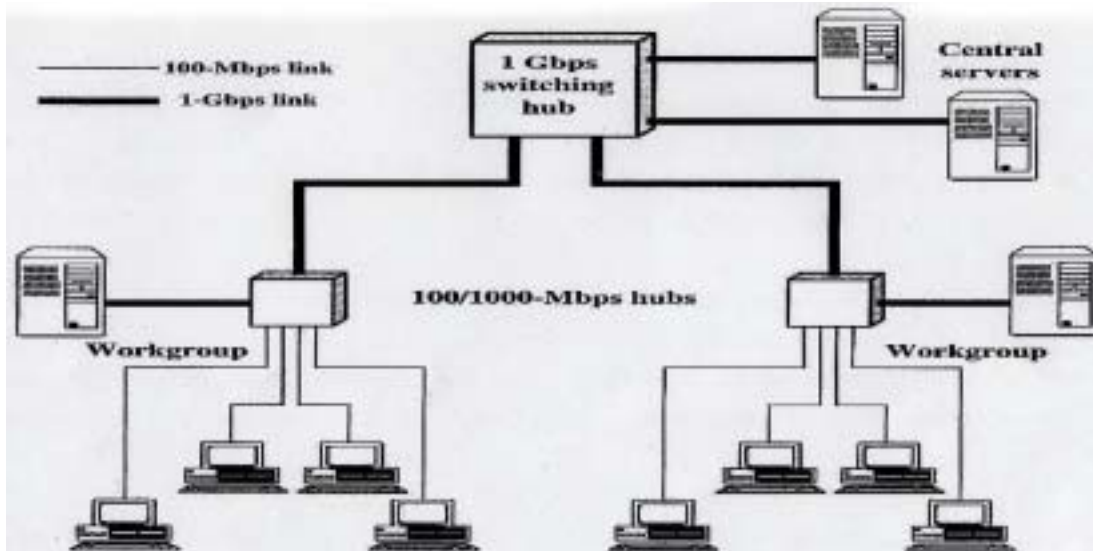


Fig. 3. The construction of gigabit-ethernet

그림 3에서 1Gbps의 스위칭 허브는 중앙서버와 연결되어 있고 고속의 작업그룹 허브와는 백본으로 구성되어 있다. 각 작업허브는 백본 네트워크와의 연결과 고성능의 작업그룹 서버를 지원하기 위해서 두 개의 1Gbps 링크를 제공하고 있으며, 고성능의 워크스테이션과 서버, 그리고 100Mbps 허브를 지원하기 위해서 100Mbps 링크들을 제공한다.

1Gbps 명세는 IEEE 802.3의 10Mbps 및 100Mbps 버전에서 사용되는 것과 동일한 CSMA/CD 프레임 형식과 MAC 프로토콜을 사용한다. 1Gbps 공유매체 허브 동작의 경우 10Mbps 및 100Mbps의 CSMA/CD 방식에 비해 다음과 같이 두가지 기능이 개선 되었다.

- 반송자(carrier) 확장 : 반송자 확장은 짧은 MAC 프레임에 특별한 기호들을 덧붙여 블록의 크기가 최소한 4,096비트가 되도록 크게 한다.
- 프레임 집중(bursting) : 이것은 여러 개의 짧은 프레임들이 프레임간의 지연없이 연속적으로 전송될 수 있도록 한다. 프레임 집중은 하나의 스테이션이 전송해야 할 많은 작은 프레임들을 가질 때 반송자 확장의 오버헤드를 피하게 한다.

반송자 확장과 프레임 집중은 백본과의 연결에는 필요하나, 전용매체를 사용하는 스위칭 허브에는 필요하지 않다. 왜냐하면 한 스테이션에서의 데이터 송·수신은 간섭이나 공유매체에 대한 경쟁없이 동시에 일어날 수 있기 때문이다. 기가비트 이더넷에 사용되는 신호 인코딩 방식은 8B/10B이다.

기가비트 이더넷에서 사용되는 매체에 대한 특성은 다음과 같다.

(1) 1000BASE-TX와 1000BASE-LX

짧은 파장의 매체인 1000BASE-TX는 62.5 μm 다중모드 광섬유에서 275m까지, 50 μm 다중모드 광섬유에서는 550m까지의 이중 링크를 지원한다. 1000BASE-TX의 파장의 범위는 770~860nm사이이다. 파장이 긴 매체인 1000BASE-LX는 62.5 μm 이나 50 μm 다중모드 광섬유를 이용해서는 550m, 10 μm 단일모드 광섬유를 이용해서 5km까지의 이중 링크를 지원한다. 1000BASE-LX의 파장 범위는 1,270~1,355nm사이이다.

(2) 1000BASE-CX 와 1000BASE-T

1000BASE-CX은 구리선(25m까지를 연결할 수 있는 차폐 트위스트 페어 케이블)을 이용하여 하나의 방이나 장비 설치실 내에 위치한 장비들 사이에 1Gbps 링크를 지원한다. 각 링크는 각 방향에서 작용하는 분리된 차폐 트위스트 페어 케이블로 구성된다. 1000BASE-T는 100m까지의 범위에 있는 디바이스들을 지원하기 위해서 4쌍의 카테고리 5 비차폐 트위스트 페어를 사용한다.

3. ATM(Asynchronous transfer mode) LAN

LAN에서 ATM 기술을 이용하는 이유는 다음과 같이 설명할 수 있다.

- 고속의 연결성을 확보하기 위한 자연스러운 진화
- 동시성 트래픽 지원
- 접속카드 비용이 유리
- LANs, MANs, WANs에 대한 공통 인터페이스 기술

이를 LAN에 응용한 것이 바로 ATM LAN이다. 통신속도가 50 ~ 100Mbps가 넘는 고속 LAN 환경에서 기존의 LAN에서 사용되어지는 매체 공유 방식을 이용한다는 것은 매우 불리하다. 따라서 고속의 연결성을 제공하기 위하여 제안된 방식이 스위칭 기반의 ATM LAN 방식이다.

이 방식의 장점을 살펴보면 우선, 각 종단 노드 어댑터가 스위치를 통해 연결되는 노드간의 실행속도를 정할 수가 있으므로 노드 어댑터의 복잡성을 현저히 감소시켰다는 점과 연결하는 노드간에 통신 용량의 자원을 공유하지 않기 때문에 고속 통신을 이룰 수 있다는 점이다.

이와 같은 장점을 지닌 스위칭 기반 LAN 방식은 네트워크 분야에서 기존의 분배형 백본 네트워크 개념을 붕괴시켜 스위치만으로 하나의 백본망을 구성할 수 있으며, 이러한 스위치는 실시간 음성, 비디오 등의 높은 용량 데이터를 고속으로 교환함으로써 네트워크의 트래픽 병목을 감소시켜 광대역 통신을 위한 효과적인 네트워크가 구축될 수 있도록 해주었다. 그리고, 스위치를 직렬 또는 병렬로 추가하여 시스템 처리량을 용이하게 증가시킬 수도 있다. 그러나 스위치 설치에 따른 복잡도 증가, 설치시에 드는 추가 비용, 각 스위치의 제어 문제 등이 이 방식의 단점이라 할 수 있다.

4. 무선 LAN(wireless LAN)

무선 LAN은 IEEE 802.11 위원회에 의해 표준화되었다. IEEE 802.11 위원회에서 개발한 모델은 그림 4와 같다. 무선 LAN의 가장 작은 블록은 BSS(basic service set)이다. BSS는 동일한 MAC 프로토콜을 수행하고 동일한 공유매체를 액세스하기 위해 경쟁하는 다수의 스테이션으로 구성된다. BSS는 고립되어 있거나 액세스점을 거쳐 백본 분산 시스템과 연결된다. 이 액세스점은 브리지 기능을 한다. MAC 프로토콜은 완전히 분산되어 있을수도 있고 액세스점에 장착된 중앙 조정기능에 의해 제어될 수도 있다. BSS는 셀룰러 시스템의 셀에 대응한다. ESS(extended service set)는 분산 시스템에 의해 연결된 두 개 이상의 BSS로 구성된다. 전형적인 분산 시스템은 유선 백본 LAN(wired backbone LAN)이다. ESS는 논리적 링크 제어(LLC)레벨의 관점에서 보면 하나의 논리적 LAN으로 보인다.

현재 IEEE 802.11 표준으로 사용되는 매체는 다음과 같다.

- 적외선 : 파장이 850nm에서 950nm사이에서는 1Mbps와 2Mbps의 데이터 전송률로 동작하여야 한다.
- 직접 순차 대역 확산 : 2.4GHz의 ISM대역에서 동작하며 7채널까지는 각각 1Mbps 나 2Mbps의 데이터 전송률을 지원한다.
- 주파수 호핑 대역 확산 : 2.4GHz의 ISM 대역에서 동작하며 1Mbps 또는 2Mbps의 데이터 전송률을 지원한다.

2.4GHz의 대역에서 3Mbps의 데이터 전송률을 지원하는 주파수 호핑 방법과 8Mbps의 데이터 전송률을 지원하는 직접 순차 방법, 그리고 5GHz의 대역에서 20Mbps의 데이터 전송률을 지원하는 대역확산 방법이 개발중이다.(김태완, 2002)

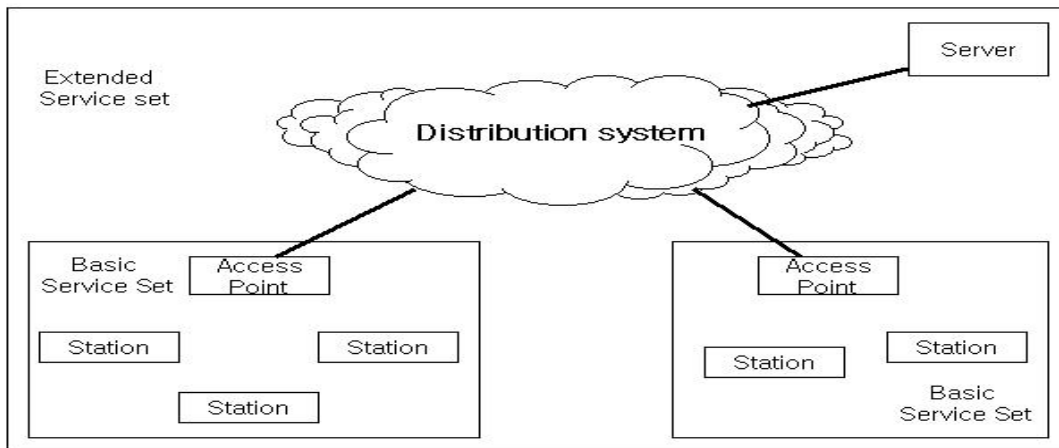


Fig. 4. IEEE 802.11 structure

III. LAN 트래픽

1. 네트워크 트래픽 관리

네트워크 구성요소는 라우터, 허브, 브리지와 케이블 커넥터 등과 같은 장비와 이러한 장비를 운영하기 위한 네트워크 관리 기술로 구성되어 있다. 상기의 각 장비에 연결된 시스템(Server, PC 등)도 네트워크 구성요소로 볼 수 있다. 네트워크 관리의 목표는 이들 구성요소들이 네트워크 상에서 정상적인 동작을 하도록 하는 것이며, 기술적인 측면에서 이용자의 요구를 충족하는 최대의 용량을 제공하는 것이다. 네트워크 관리에 대한 개괄적인 절차를 살펴보면 그림 5와 같다.

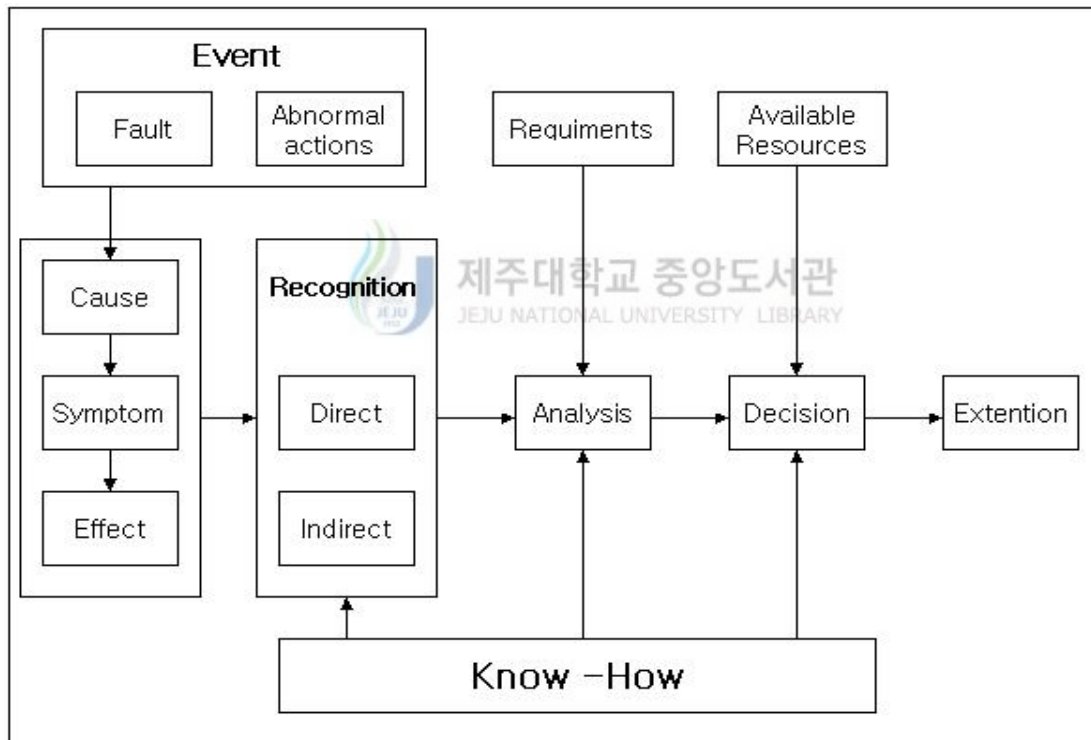


Fig. 5. Management structure of network traffic

그림 5에서 정상적인 네트워크 작동을 방해하는 사건의 처리 절차, 예를 들어 갑자기 응답신호가 급격히 저하되는 사건이 발생하였을때는 원인 - 증상 - 결과의 형태로 이용자나

네트워크 관리자에게 인지되어 이를 해결하기 위해 적절한 조치를 강구한다. 이때 관리자의 경험이나 주변의 요구사항이 참고가 되어 부하가 발생하는 라우터의 경로를 조정하거나 처리능력이 우수한 새로운 시스템을 도입하거나, 트래픽 발생이 많은 배치처리의 실행을 일과 이후로 조정하는 등의 가능한 대처방안을 결정한 후 조치를 한다.(박성욱, 1997)

일반적으로 네트워크 관리를 통해 얻을수 있는 것은 다음과 같은 것이 있다.

- 네트워크 및 전산자원의 효율적인 조절능력
- 장치, 이용자, 응용프로그램 등의 증가에 따른 복잡성 조절 능력
- 증가된 자원과 더 나은 서비스를 이용자에게 제공 가능
- 여러가지 요구에 대한 자원의 배분 및 조절능력
- 이용자 및 어플리케이션의 가용성 향상을 위해 네트워크 다운시간 감소
- 비용을 조절하기 위한 효과적인 자원활용 능력

2. 네트워크 관리시스템

네트워크 관리시스템의 주요기능은 다음과 같은 5가지 영역으로 분류한다.

- 구성관리
 - 시스템의 지속적인 운영을 위해 관리 객체인 네트워크 장비들의 상태 정보를 수집하고 분석 통제하는 기능이다.
- 장애관리
 - 시스템의 비정상적인 작동에 대한 감지, 격리 및 수정을 위한 정보수집 및 분석, 시험과 장애발생 스테이션의 위치 찾기 기능등을 수행한다.
- 성능관리
 - 시스템의 효율적인 운영을 위해 관리대상 자원들의 상황을 감시, 평가및 조정한다.
- 계정관리
 - 시스템이 제공하는 서비스의 사용을 측정하여 그것에 대한 사용료를 부가하기 위해 관리 객체에 대한 비용산출과 과금 관리기능을 수행한다.
- 보안관리
 - 시스템은 관리 객체들에 대한 접근권한을 설정 관리하는 기능이다. 이 기능은 네트워크 자원에 대해 인가된 자에게 허가된 권한만을 부여한다.

3. LAN 트래픽 성능 변수

네트워크 성능 모니터링은 관리 대리자가 제공되는 MIB(management information base) 들로부터 네트워크 성능에 관련한 정보를 수집한다는 것을 의미한다. 이러한 MIB 정보 중에 성능과 관련한 MIB변수들을 분류하면 크게 3가지 그룹으로 나뉜다. 표 3은 이러한 네트워크 성능변수들을 1)용량에 대한 사용률로 표현되는 성능표시 그룹, 2) 충돌이나 프로토콜 부하와 같이 효율과 관련된 성능저하 표시 그룹, 3) 에러로 인한 문제의 상태를 나타내는 연결 및 데이터 전송문제 표시 그룹으로 나누고 이들 각각에 해당되는 상세한 MIB 변수 및 적용장비에 대한 내용이다.

Table 3. Network performance indicators

구분	성능변수	네트워크 장비
performance Indicators	<ul style="list-style-type: none"> • Interface octets in and out • Interface unicast frames in and out • Interface nonunicast frames in and out • CPU utilization • Forwarding rate 	HUB, Switch, Bridge, Router, Server
performance degradation indicators	<ul style="list-style-type: none"> • Ethernet transmit collisions • Ethernet deferred transmissions • TCP retransmissions 	HUB, Switch, Bridge, Router, Server
connectivity and data transmission problem indicators	<ul style="list-style-type: none"> • Interface CRC errors in and out • Interface lost carrier • Interface disconnect • Ethernet excess retries (16 consecutive collisions) 	Bridge, Router, Server

네트워크 장비들이 가지고 있는 관리 대리자를 통하여 네트워크 성능표시자들을 수집할 수 있다. 이러한 정보들은 MIB변수나 다른 객체로 표현되어 대리자에 의해 지속적으로 모니터링 된다.

표 4는 인터넷 표준 관리 프로토콜인 SNMP MIB에 정의된 네트워크 성능 표시자 변수들이다. (박성욱 1997)

Table 4. SNMP MIB factors affecting networking capacity

변수명	설명
ifInNUcastPkts	상위 Layer 프로토콜로 전달된 non-unicast 패킷의 수
ifInUcastPkts	상위 Layer 프로토콜로 전달된 subnetwork-unicast 패킷의 수
ifInOctets	인터페이스를 통해 전달된 총 octet수, Framing character포함
ifInDiscards	상위 layer 프로토콜로 전달되지 않고 거부된 inbound 패킷수, (에러로 인한 경우가 아닌 버퍼영역을 비우기 위해 거부된 패킷도 포함됨)
ifInErrors	에러로 인하여 상위 layer 프로토콜로 전달되지 못한 inbound 패킷의 수
ifOutErrors	에러로 인하여 전달되지 못한 outbound 패킷의 수
ifOutQLen	output queue의 길이(패킷으로 나타냄)
ifForwDatagrams	해당 entity에 대해 최종 IP목적지가 아닌 input datagram의 수로 최종 목적지를 찾기 위한 forwarding이 필요함. 해당 entity가 IP gateway역할을 하지 않는 경우, 이 값은 해당 entity를 지나 source-route된 패킷의 수를 의미함.
ipOutDiscards	문제없이 전달되었지만 거부된 output IP datagram 수(버퍼부족등이 원인)
tcpRetransSegs	재전송된 총 TCP segment의 수

1) 트래픽 측정요소

트래픽 측정요소는 이용자의 입장에서와 서비스 제공업체 입장에서의 요구사항에 따라 고려해야 할 측정요소가 달라질 수 있으므로 측정목적에 정확하게 정립해야 한다.

Table 5. Traffic measuring indicators

이용자 입장에서의 트래픽 측정요소	서비스 제공업체 입장에서의 트래픽 측정요소
<ul style="list-style-type: none"> ■ 응용 어플리케이션 성능감시 <ul style="list-style-type: none"> - 웹페이지 다운로드가 느린이유? - 멀티캐스트 비디오 스트림이 불안정한 이유? ■ 서비스 수준 점검 <ul style="list-style-type: none"> - 충분한 용량이 확보되었는가? ■ 외부침입 및 공격점검 (intrusions and attacks) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현재 운영수준 점검 ■ 서비스 수준 협상 시행 (SLAs : service level agreements) ■ 장애감지 ■ 네트워크 성능향상을 위한 엔지니어링 ■ 용량계획 ■ 이용자(고객)로의 피드백

특히 서비스 제공업체인 경우 고객과의 서비스 수준 관리(SLM : service level management)에 대한 관심이 높아지면서 서비스에 대한 성능 측정기준으로 SLO와 SLA 개념이 부각되고 있다. (박명혜, 2002)



Table 6. Concepts of SLO and SLA

서비스 성능 측정기준	
SLO (service level objective)	SLA (service level agreement)
<ul style="list-style-type: none"> · 하나의 SLO는 특정 측정대상에 적용 될 수 있는 개별적인 조건을 정의함. 예) 웹사이트 www.hp.com의 응답시간이 4초 이내이어야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 서비스제공자와 대상 고객사이의 계약으로 하나의 SLA는 여러개의 SLO를 포함하여 이를 하나의 그룹으로 평가하여 서비스 수준에 의하여 부합 여부를 결정함. 예) peak사용량을 기록하는 시간대에 웹사이트 www.hp.com의 응답시간은 4초 이내이어야 하고 가용성은 98%이상이어야한다.

2) 트래픽 측정구조

트래픽 측정은 측정부분에 따라 단말시스템에 의한 측정, 네트워크 장치에 의한 측정, 외부장치에 의한 측정으로 나눌수 있다. 첫 번째 단말시스템에 의한 측정은 이용자가 자산의 트래픽과 요금등을 파악하기 위해 이용하는 사례가 많다. 두 번째는 네트워크 장치에 의한 측정의 대표적인 예는 교환기에 의한 트래픽 측정이다. 이것은 카운터에 의한 측정이 주체가 되는데 다양한 서비스 및 품질 등급이 생기고 각 등급마다 짧은 주기의 측정이 필요하게 되면 카운터 수가 증가하므로 네트워크 장치에 대한 부하가 증대된다. 그러나 이 측정방법은 망 사업자가 가장 중요한 측정형태로 인식하고 있으므로 요금부과 및 설비관리에 필요한 정보수집을 위해 측정방법 도입시 운영 가능여부를 판단할 필요가 있다. 외부장치에 의한 측정의 대표적인 예는 프로토콜 데이터에 의한 트래픽 측정이다. 네트워크 장치에 접속된 통신케이블로부터 직접 전송신호를 분기시켜 외부장치 내로 끌어들여 트래픽을 측정한다. 이렇게 함으로써 네트워크 장치에 부하를 주지 않으면서도 트래픽을 자세히 측정할 수 있다.

이들 외부장치는 이제까지 시험망에서 새로운 어플리케이션의 트래픽 측정에 사용되었다. 그러나 트래픽 측정으로 인한 네트워크 장치에 부하 증대를 억제하는 측면과 최근의 기술혁신에 의한 빈번한 네트워크 장치의 빈번한 네트워크 장치의 변경에 따른 측정영향을 배제할 수 있다는 측면에서 상용망에서의 트래픽 측정에 외부장치를 사용한 측정형태 도입을 고려할 필요가 있다.(김정환, 1998)

3) 트래픽 측정방법

트래픽 측정방법은 방식에 따라 크게 다음과 같이 구별된다.

- 능동적 측정방법 vs 수동적 측정방법
- 링크단위(per-link) 측정방법 vs 종단간(end-to-end) 측정방법
- 집합단위(level of aggregation) 측정방법

이들중 링크단위 측정방법 및 집합단위 측정방법에서는 플로우(flow)개념이 이용된다. 플로우는 그림 6에서와 같이 송신자에게 수신자로의 단방향성 패킷의 흐름으로 정의되고, 현재 시스코나 주니퍼 라우터에서 사용되는 넷플로우(netflow)는 라우터 인터페이스를 통해 지나가는 트래픽의 플로우 정보를 제공하는 기능이다.(옥도민, 2002)

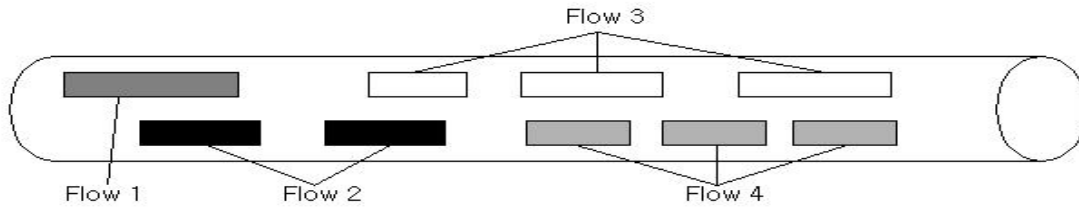


Fig. 6. Concept of flow

상기 대별되는 각 측정방법의 내용은 표 7와 같다.

Table 7. Category of traffic measuring methods

측 정 방 법	내 용
능동적 측정방법	<ul style="list-style-type: none"> • 네트워크에 프로브(probe)를 설치하여 측정결과 기록 • ping: Connectivity, round-trip delay, loss • traceroute : connectivity, path, hop-delay • 이용자 단계의 어플리케이션 <ul style="list-style-type: none"> - HTTP/FTP 다운로드 성능 - 호스트간 프로브 패킷
수동적 측정방법	<ul style="list-style-type: none"> • 별도의 측정용 트래픽 투입 안함 • 패킷감시 <ul style="list-style-type: none"> - tcpdump for Unix-based hosts - dedicated measurement systems - OCSSMON, IPMON - niksun, netscout - Router/Switch traffic statistics - SNMP • 서버로그 <ul style="list-style-type: none"> - 세션 정보요약

측 정 방 법	내 용
링크단위(per-link) 측정방법	<ul style="list-style-type: none"> • 메트릭 <ul style="list-style-type: none"> - 일정기간(분단위)동안 라우터 인터페이스별 패킷수, 바이트수, 손실 패킷수 - 플로우(flow) 개수, 플로우별 패킷 및 바이트수 • 방법 <ul style="list-style-type: none"> - SNMP MIBs - RTFM(real-time flow measurement) - Cisco Netflow
종단간 (end-to-end) 측정방법	<ul style="list-style-type: none"> • 호스트와 네트워크 요구성능 차이 <ul style="list-style-type: none"> - Wire-time vs web-server performance • 능동적 방법은 모두 종단간(end-to-end)측정방법 사용 <ul style="list-style-type: none"> - 경로 통계 제공 - 링크단위(per-link) 통계 결과 기반
집합단위 측정방법	<ul style="list-style-type: none"> • 플로우(flow)정의 <ul style="list-style-type: none"> - 동일정보(src ip & port, dst ip & port, protocol#)에 의한 패킷 • flow aggregation <ul style="list-style-type: none"> - by port, number, ToS(Type of service) - by source or destination address - by subnet - by time

표 7에 분류된 트래픽 측정방법은 트래픽 모니터링(monitoring) 및 분석(analysis) 측면에서 표 8에서와 같이 분류되기도 한다.

Table 8. Category of traffic monitoring and analysis

분 류	프 로 그 램
트래픽 분석 (traffic analysis)	Netflow, Cflowd, Flowsan, SnifferPro, I-Packet, I-Flow
네트워크 성능 (network performance)	ping, traceroute, Network, Vantage, Netperf
네트워크 감시 (network monitoring)	MRTG, RMON
visualization	RPD

IV. LAN의 재구축

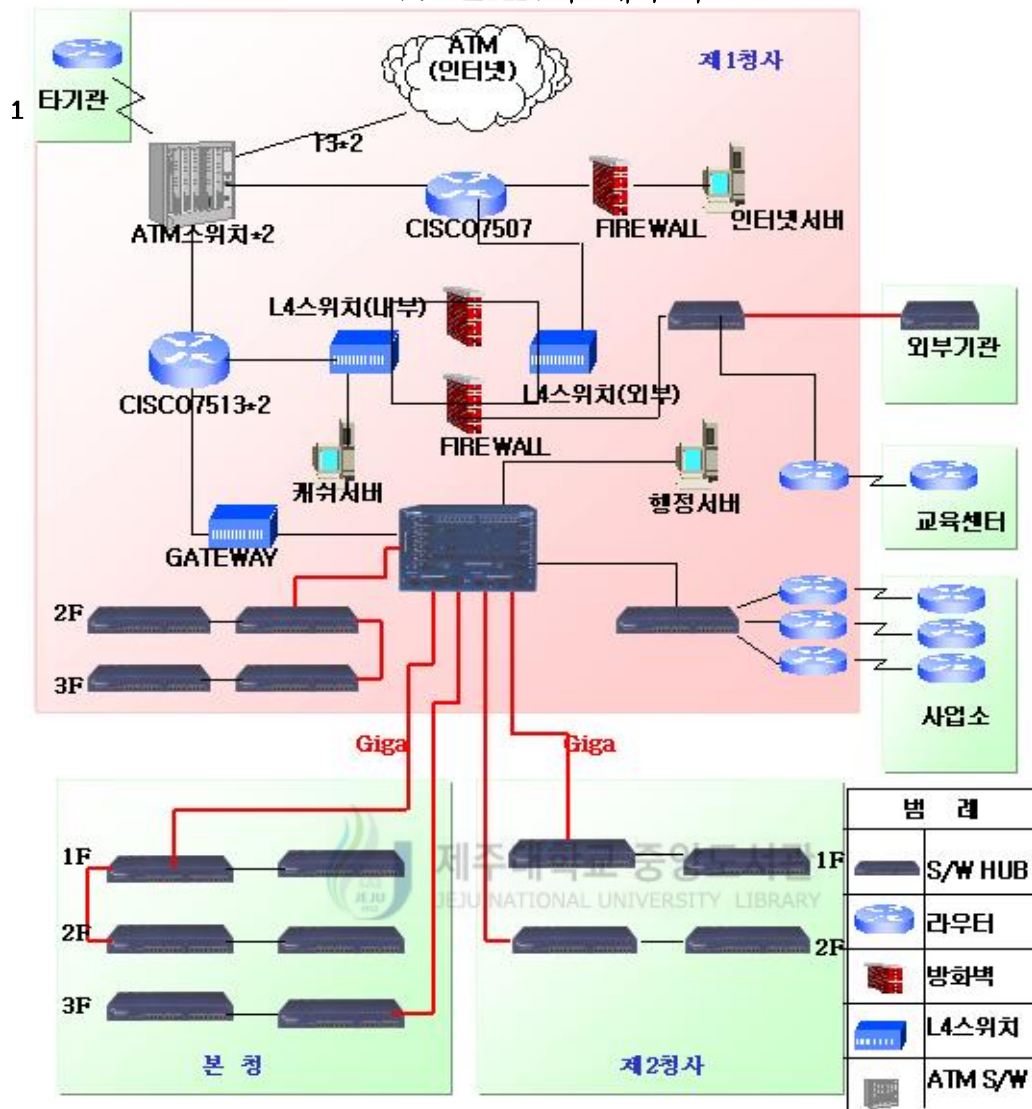


Fig. 7. Research subject's network

본 논문에서는 행정기관 네트워크 하나를 선정하여 LAN의 성능을 분석하였다. 네트워크 구조는 그림 7에서와 같이 이더넷망을 하나의 서브넷으로 사용하기 위하여 Giga-FDDI 백본망

과 고속 이더넷 LAN 스위치를 사용하였고, 고속 이더넷 LAN 스위치에는 10Mbps 용량의 허브에 연결하여 이용자들이 공유하도록 하였다.

LAN 성능에 관한부분은 FDDI 백본망, 고속 이더넷 LAN 스위치와 통신망을 연결하는 WAN 이다. 네트워크의 구조적 특성과 동작 특성이 LAN 전체 네트워크의 성능에 영향을 주기 때문에 그림 7의 네트워크에 대한 성능을 분석한다.

1) LAN 구조 특성

그림 9의 LAN에 대한 구조적 특성은 다음과 같다.

□ 한 대의 LAN 스위치가 본청, 제1청사와 제2청사 등에서 지역별로 처리해 주어야 할 이용자수는 본청이 400명으로 많은 편이고, 제1청사와 제2청사는 각각 200, 150명이다.

□ 13대의 라우터와 8대의 Giga-bit LAN 스위치로 전체 트래픽을 분산시킴으로서 기존의 1Gbps의 FDDI 백본망은 충분한 용량을 제공할 수 있다.

□ 현재 Switched LAN 통신망의 추세는 세그먼트당 이용자를 줄이는 경향이 있으나, 이더넷 통신망의 경우 하나의 이더넷 세그먼트에 많은 이용자들이 접속하여 사용되고 있어 VOD와 동영상 멀티미디어 서비스등의 미래지향적 서비스에 능동적으로 대처하기 힘들다.

□ 최근 Windows98 운영체제에서 제공하는 파일 및 프린터의 공유, 그리고 네트워크 프린터 사용의 확대 등으로 인한 PC환경의 변화에 따라 LAN 스위치 하단에서 트래픽이 증가하여 속도가 저하된다.

□ 행정전산망을 통한 WAN속도는 T3(45Mbps)급으로 용량에는 문제가 없다.

행정전산망을 통한 WAN속도(45Mbps)는 현 수준의 서비스를 모두 수용 가능하도록 되어 있다. 향후 화상회의, 대용량의 멀티미디어 동영상등의 서비스시에 많은 트래픽을 처리할 수 있는 수준의 용량이어야 한다.

2) 네트워크 동작 특성

그림 7의 네트워크는 이더넷, 고속 이더넷과 기가백본으로 구성되었다. 이더넷은 공유매체 상에서 통신 노드간 정보 전송을 위한 충돌을 허용하는 MAC 프로토콜로서 통신망 성능의 관건은 충돌의 수를 줄이는 것이며, 이를 위해 충돌영역(collision domain)을 얼마나 효과적으로 분산하여 구성하느냐에 달려 있다. 그리고 FDDI는 공유매체 상에서 토큰링 메카니즘을 기반으로 충돌을 회피하는 MAC 인터페이스로서 통신망 동작 성능의 관건은 효

올직한 동작과 관계가 되는 토큰 회전시간이다. 이 부분에 관하여 네트워크가 어떻게 동작하고 있는지 분석하였다.

(1) 이더넷 동작을 위한 충돌영역의 구성

이더넷 통신망은 본청 및 제1, 제2청사는 동일한 구조로 되어 있으므로 이 연구에서는 본청을 중심으로 그 동작특성을 분석하였다. 본청 이더넷 통신망의 충돌영역을 그림 8에 나타내었다.

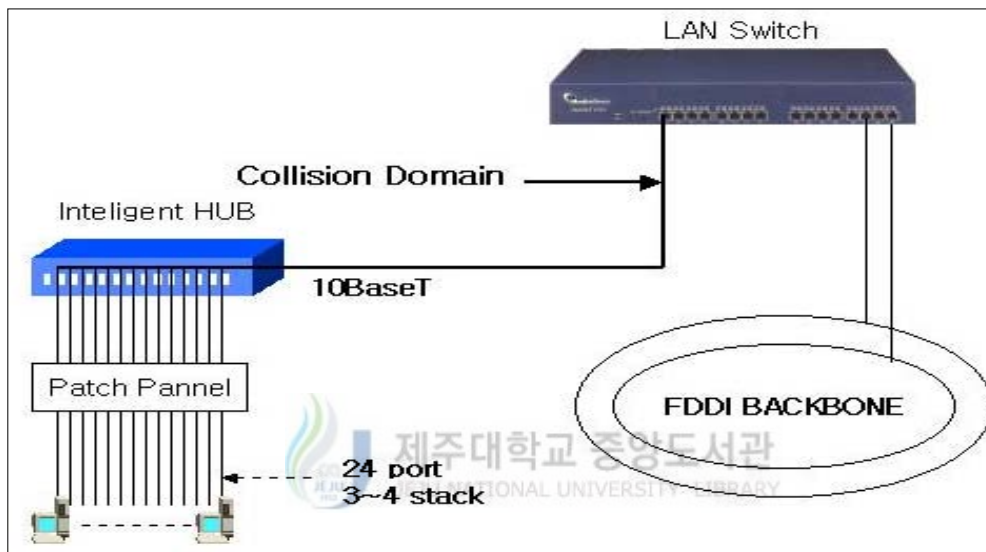


Fig. 8. Ethernet collision domain

그림 8에서 이더넷 통신망은 기가백본과 고속LAN 스위치간의 100Mbps 용량을 공유하는 형태이고 하나의 허브 스택에 접속한 평균 60여대의 이용자 호스트들이 LAN 스위치로부터 제공되는 24개중의 한개의 10Mbps 세그먼트를 공유하는 형태이다. 여기서 허브스택은 24포트를 제공하는 고속이더넷 허브와 더미허브를 이용하여 단일의 허브 레벨 충돌영역을 양적으로 확장시켜 놓은 구조이다. 이러한 이더넷 통신망의 성능에 관련된 사항을 정리해보면 다음과 같다.

(가) 이용자의 수

이용자는 이더넷에서 100Mbps와 10Mbps의 용량을 공유한다. 본청의 경우 400명의 이용자중에 80명은 100Mbps 용량을 사용하고 나머지 이용자들은 10Mbps의 용량을 제공받는다. 본청의 LAN에 접속되어 있는 이용자수만을 고려하여 본청에서 1인당 이더넷 통신망에서 제공받을수 있는 용량은 8port인 더미허브인 경우 평균 10Mbps/8명 = 1.2Mbps 정도가 된다. 그러나 이더넷은 10Mbps의 통신망 용량을 공유하기 위하여 충돌기반의 매체제어 기법을 사용하는 통신프로토콜로 한번에 한 명의 이용자만이 네트워크를 사용하여 정보를 전송할 수 있다. 따라서 1인당 대역폭으로 본청의 이더넷 망의 성능을 판단할 수 없다.

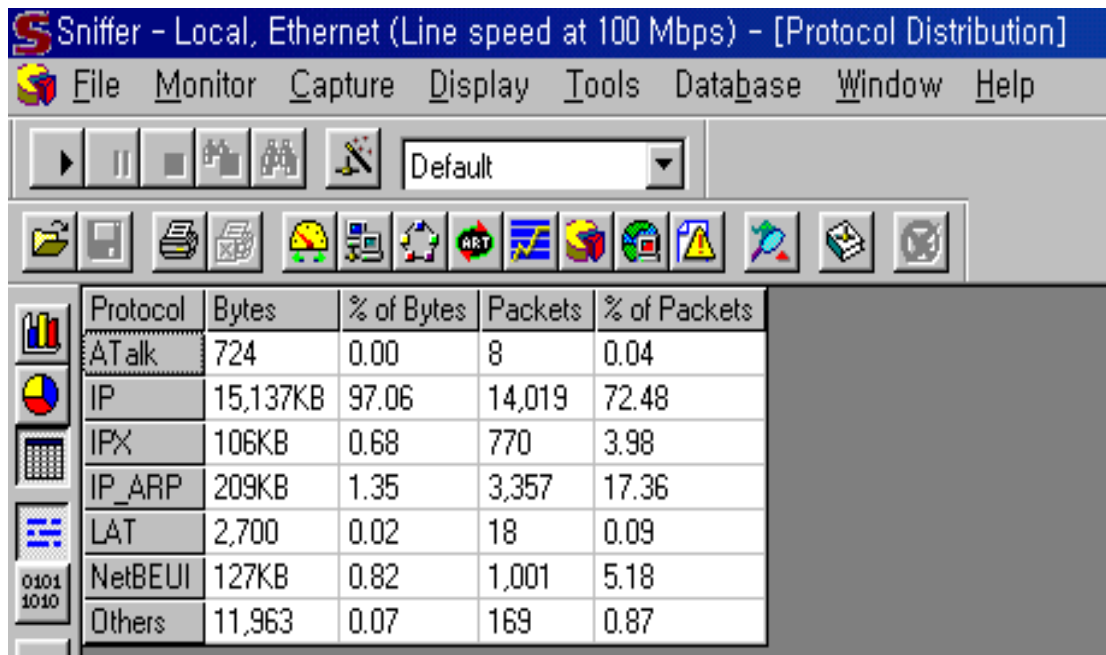
(나) 충돌영역

실제 본청 LAN 이용자가 정보의 전송을 위하여 사용할 수 있는 이더넷 통신망의 대역폭은 이용자 호스트에서 LAN 스위치까지 예상되는 충돌의 발생빈도에 의존할 것이다. 충돌이 발생하면 같은 충돌영역 내에서 한명의 이용자 정보만이 전송되며, 나머지 이용자는 전송지연이 발생하게 된다. 따라서 트래픽의 증가로 충돌이 많이 발생하여 이용자들로 하여금 통신지연을 초래한다.



(다) 이용자 데이터양

이더넷에서 통신망의 속도는 데이터 전송을 원하는 이용자와 각 이용자들이 전송하고자 하는 데이터양에 따라 달라진다. 데이터양은 이용자가 사용하는 응용프로그램의 종류와 사용빈도에 따라 다르며, 트래픽 분석 전문 프로그램인 스니퍼 패키지를 사용하여 본청의 1일간('04 1.6 09:00에서 04 1.7 09:00까지) 측정 한 트래픽양을 Fig 9에 나타내었다. Fig 9의 네트워크 계층 프로토콜 중 데이터량이 가장 많은것은 IP 프로토콜로 15,137KBytes로 전체 용량의 97%를 점유하였고, 그 다음은 IP_ARP 프로토콜이 309KBytes로 전체 용량의 1.35%를 차지하였다. 데이터량이 IP프로토콜에서 많은 이유는 행정기관 자체의 LAN 내부 트래픽이 많기 때문이다.



ATalk : apple talk

IP : internet protocol

IPX : internetwork packet exchange

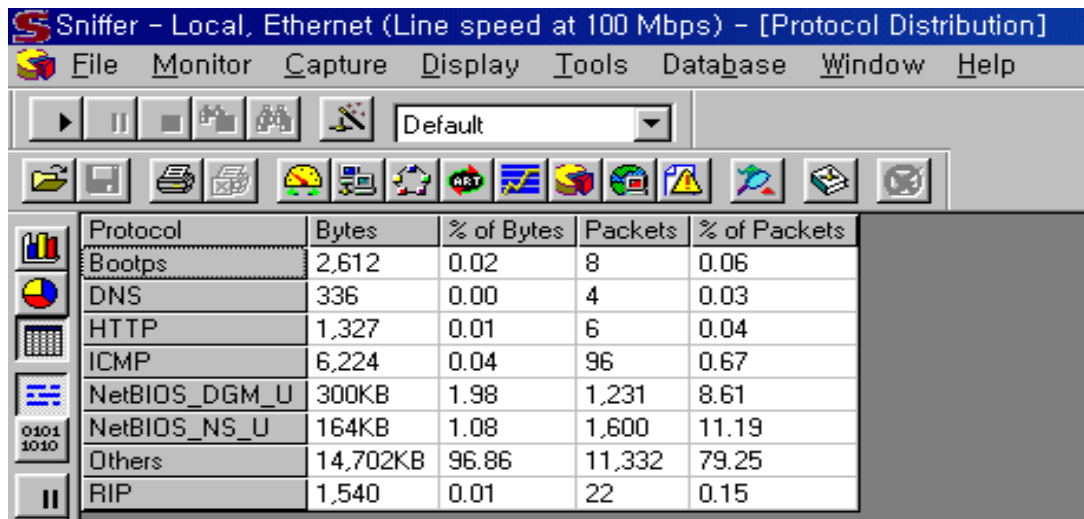
LAT : local area transport

IP_ARP : internet protocol-address resolution protocol

NetBEUI : NetBIOS extended user interface

Fig. 9. Distribution of network layer protocol

본청에서 측정된 어플리케이션 계층 프로토콜 데이터량을 그림 10에 나타내었다. 그림 12를 분석해 보면 기타(Others)프로토콜의 데이터량이 96.86%를 차지하고있는데 그 이유는 행정기관 자체의 전자결재와 파일·프린터 공유등의 내부 데이터량이 많기 때문이다. 인터넷 접속 전용 프로토콜인 HTTP와 DNS 프로토콜은 0.01%정도로 극히 미약한 수치여서 앞에서 언급한 바와 같이 행정전산망을 통한 인터넷 접속에 필요한 WAN 대역폭은 T3(45Mbps)급을 사용해도 충분하다는 것을 보여주고 있다.



Bootp : bootstrap protocol

DNS : domain name service

HTTP : hyper text transfer protocol

ICMP : internet control message protocol

NetBIOS : network basic input/output system

RIP : routing information protocol



Fig. 10. Distribution of application layer protocol

(라) 사용시간

LAN의 전송속도는 시간대에 따라 달라진다. 본청의 시간대에 따른 1일간('04.1.7 00:00에서 '04.1.8 00:30) 트래픽을 측정 한 결과를 그림 13에 나타내었다. 그림 11에서 보면 트래픽은 시간대에 따라 다르게 나타난다. 일과중 오후 2시에서 오후 3시의 사이의 시간대에서 트래픽이 119,265byte/s로 가장 많이 측정되었고, 트래픽이 가장 적은 시간대는 오후 12시에서 오후 1시 사이로 측정되었다. 본 논문에서 분석한 데이터는 트래픽이 많은 시간대(오후 2시에서 오후 3시)에서 측정하였다.

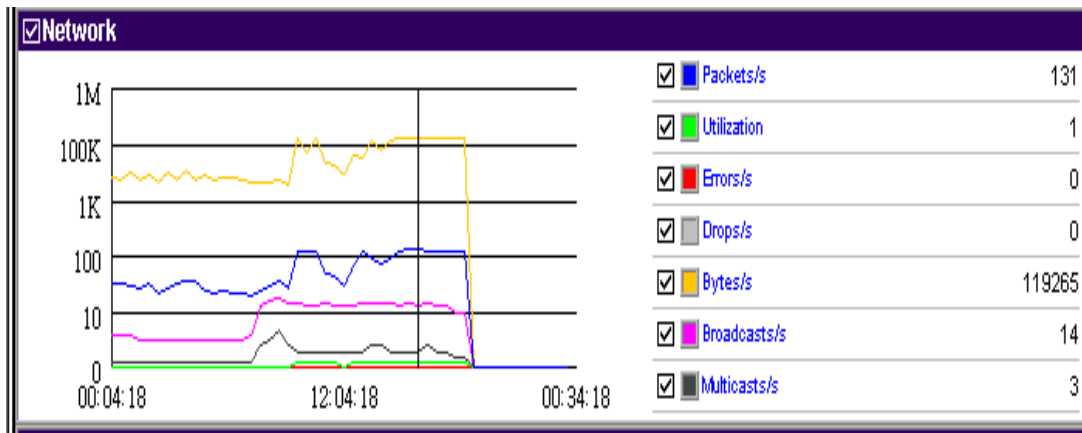


Fig. 11. Measured traffic according to time bracket

3) LAN 스위치의 동작 특성

연구대상 행정기관 LAN은 B Class인 IP 도메인으로 서브넷을 구성되어 있다. 따라서 본청 및 제1, 제2청사의 이더넷 망들은 B class로 그대로 이용하고 있어 별다른 관리를 하지 않고 있다. 보유하고 있는 LAN 스위치 백본속도는 1Gbps로 한 지역의 트래픽을 수용하기에는 충분한 속도이지만, 향후 대역폭이 큰 멀티미디어 데이터 서비스가 많을 시에 브로드캐스팅 데이터나 멀티캐스팅 데이터들이 LAN 서브넷상에 많아질 가능성이 높아 전체 성능에도 지장을 줄 수 있을 것으로 예상된다. 만약 성능에 지장을 초래할 경우 가상랜을 이용 검토할 필요가 있으며 B Class인 서브넷을 각각 C Class로 나누어서 성능을 개선시켜야 한다. 또한 하나의 중앙 백본 LAN 스위치에 트래픽이 집중되어 있어 트래픽을 분산시키는 방법을 강구할 필요가 있으며 또 중앙백본 LAN 스위치 고장시 대체할 장비가 없어 백본망을 이중화해야 할 필요가 있다고 본다.

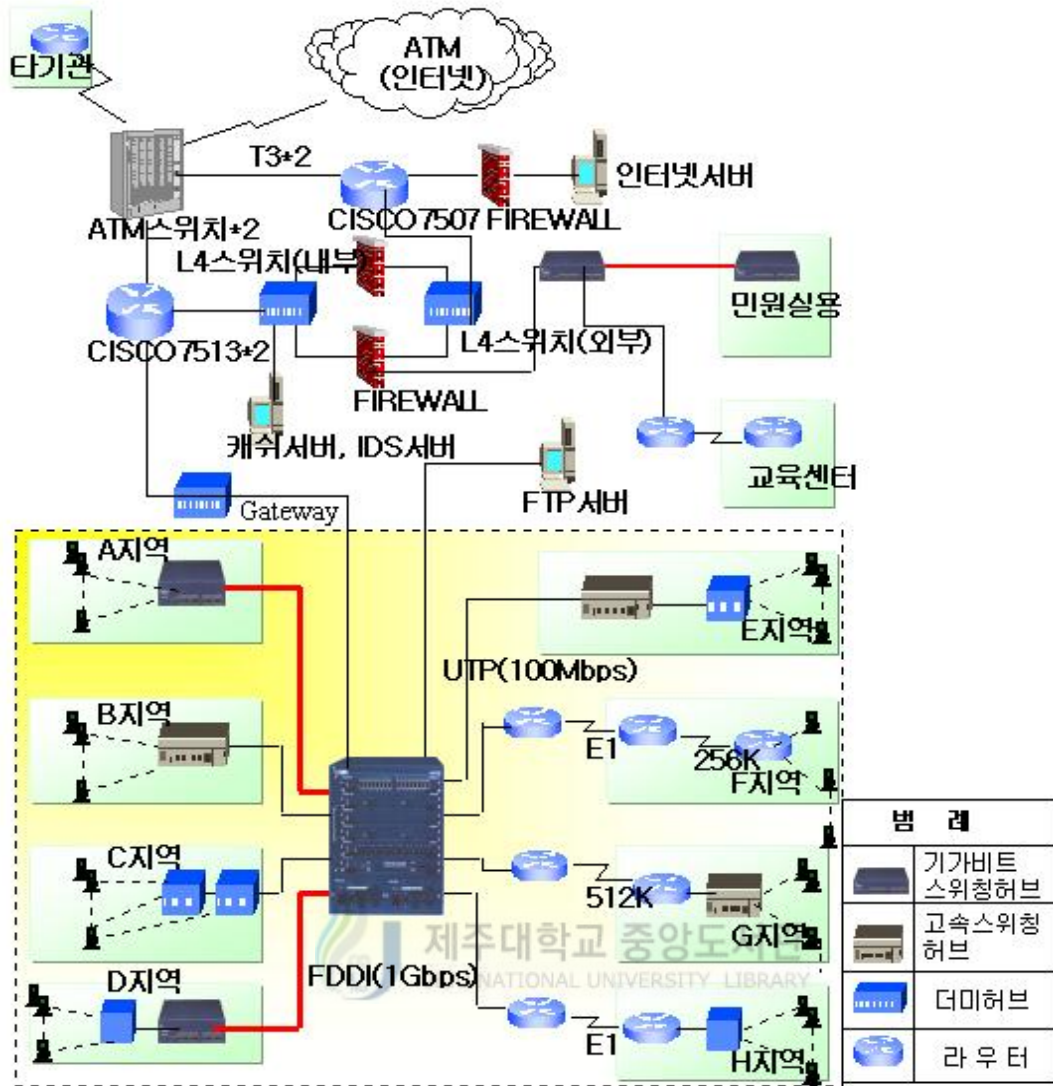


Fig. 12. Experiment model

그림 7에서 행정기관에서 운영중인 기존 네트워크에서 성능 측정을 위하여 장비 구성 형태별로 분류한 결과 그림 12와 같이 백본스위치를 중심으로 하여 8개의 네트워크로 A에서 H지역으로 분류한다. 분류된 8개의 서브 네트워크 특성은 표 9와 같다.

Table 9. Characteristics of sub-network

구 분	전 송 방 식	전 송 속 도	비 고
A지역	FDDI	1Gbps	LAN
B지역	fast ethernet	100Mbps	
C지역	ethernet	10Mbps	
D지역	ethernet	10Mbps	
E지역	fast ethernet	100Mbps	
F지역	256Kbps급	256Kbps	WAN
G지역	512kbps급	512kbps	
H지역	E1급	2Mbps	

(2) 실험 네트워크 장비 구성

본 논문에서 네트워크 성능을 측정하기 위하여 사용한 PC 장비 구성 표 10과 네트워크 장비 구성은 표 11과 같다.

Table 10. Device of PC construct

구 분	FTP server	client
CPU	intel pentium IV 2.0Ghz	intel pentium III 600Mhz
O/S	windows XP	win98
HDD	60Gbyte	15Gbyte
RAM	256Mbyte	128Mbyte

Table 11. Network devices construct

구분	Router	S/W HUB
A지역	Cisco7513	fx-5500
B지역		fx-5400
C지역		fx-5316 3com 10Mbps S/W HUB
D지역		fx-5124
E지역	Route4500	3com 100Mbps S/W HUB
F지역		3com 100Mbps S/W HUB
G지역		Intel 10Mbps dummy HUB
H지역	Cisco7513	Intel 10Mbps dummy HUB

5) 실험방법

(1) ping명령어 응답시간 및 전송속도 측정

ping명령어는 현재 네트워크에서 운영되고 있는 호스트가 얼마나 빨리 응답을 하는지 확인하는 ICMP 명령어로 네트워크 성능을 쉽게 알 수 있다. ping명령어의 응답시간 측정은 각 지역별로 5회 이상 측정하여 응답시간 표시의 평균값을 산출하였으며, 측정시간대는 트래픽이 많은 시간대(오후2시에서 오후 3시)에서 측정하였다. 그리고 ping응답시간을 측정하기 위해 사용한 프로그램은 “pingscan”이라는 네트워크 소프트웨어를 사용하였고 ping 응답시간 측정 패킷크기는 1000byte, 2000byte와 3000byte를 각각 측정하였다.

(2) FTP 전송시간 및 처리량 측정

FTP 전송시간과 처리량은 정확한 측정값을 얻기 위하여 각 지역별로 최소 5회 이상 측정하였으며, 측정시간대는 트래픽이 많은 시간대(오후2시에서 오후 3시)에서 측정하였다. 그리고 FTP 전송시간과 처리량을 측정하기 위해 사용한 프로그램은 네트워크 소프트웨어인 “sunny FTP” 프로그램을 사용하였다. 실험방법은 전산실내의 워크스테이션에 FTP 서버 프로그램을 설치하여 FTP 환경을 구축하고 FTP 서버와 각 지역별 단말기간에 데이터는 download와 upload의 실행시 실제 전송시간과 처리량을 측정하였다. 이때 실험 데이터는 10Mbyte, 20Mbyte, 40Mbyte와 60Mbyte를 각각 측정하였다.

6) 실험측정결과

ping의 응답시간 및 전송속도, FTP 전송시간 및 처리량 측정결과는 자세히 부록 I. 실험결과에 나타내었다.

2. LAN 재구축

1) 필요성

LAN에서 네트워크 이용(전자결재, 인터넷, 파일전송등)이 적은 이용자와 일과의 대부분을 워드작업으로 하는 이용자는 네트워크 용량이 10Mbps로서 충분하다. 만약에 10Mbps의 용량을 가진 이용자들이 불만을 표시하는 경우에는 100Mbps의 고속 LAN을 설치하여야 한다. 그러나 이러한 고속 LAN을 효과적으로 사용하기 위해서는 각 LAN 세그먼트마다 독립적인 대역을 제공할 수 있는 LAN 스위치가 필수적이다.

4장에서 LAN 성능분석 결과 이용자들이 접속하고 있는 이더넷 통신망은 대역폭과 네트워크 구조상에 문제가 있었다.

D지역인 경우, 10Mbps의 용량의 네트워크를 20명이 공유하여 사용하는 지역으로 처음에 사무업무 위주의 작업에서는 문제가 없었으나 최근에 네트워크형 업무로 전환됨에 따라 네트워크 사용량이 증가하게 되어 네트워크가 포화상태에 이르렀다. 현재 이 지역은 더미허브 특성상 1인당 이더넷에서 제공받을 수 있는 용량이 평균 $10\text{Mbps}/20\text{명} = 0.5\text{Mbps}$ 로서 네트워크 업무를 원활히 수행하기에는 속도문제가 야기되었다. 따라서 이용자들간의 속도차 문제를 해결하기 위해서 기존에 10Mbps의 대역폭을 100Mbps의 대역폭을 가지는 스위칭허브로 교체하여 업무의 효율을 높여야 한다.

E지역인 경우, 23명의 이용자들이 동시에 10Mbps의 네트워크를 공유하여 사용하고 있다. 특히 파일전송량이 많은 이 지역은 한 그룹의 이용자가 네트워크를 점유해 버리면 다

른 이용자들은 네트워크 업무를 제대로 할 수가 없었다. 그래서 이 문제를 해결하기 위한 방안은 한 LAN세그먼트당 이용자수를 2개의 그룹으로 분산시키고 이용자당 사용가능한 대역폭을 증대시켜야 한다. 따라서 효율적 서비스를 위하여 10Mbps 스위칭허브를 100Mbps스위칭허브로 교체한후 100Mbps 스위칭허브를 추가적으로 설치하여야 한다.

행정기관에 연결된 외부접속망(WAN)인 F, G지역인 경우, 각각 평균 15, 50명의 이용자들이 네트워크를 사용하고 있는데 네트워크형 업무 증가와 더불어 앞으로 이용자가 증가함에 따른 행정전산망으로 접속하는 트래픽을 원활히 하기 위한 링크의 성능향상이 필요하다. 기존 네트워크에서는 행정전산망과 외부접속망이 백본 LAN 스위치와 공용으로 사용되고 있기 때문에 적절한 속도를 유지 하기가 어려워 사업소 이용자들이 LAN 이용자들에 비해 속도에 따른 행정업무의 비효율성의 문제를 제기하였다. F지역인 경우, 평균 256kbps/15명=17kbps의 전송속도를 가지고 있으며, 사업소내의 파일전송이 점차 많아지는 지역이다. 그리고 G지역인 경우, 평균 512kbps/50명= 10kbps의 전송속도를 가지고 있으며 본청과의 업무상 파일전송이 많은 지역으로 현재의 전송속도로는 효율적인 업무를 처리하기가 점차 어렵다고 판단된다. 따라서 속도의 개선이 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 이용자수에 따라 F지역은 256Kbps회선을 512Kbps회선으로 교체가 시급히 필요하며, G지역에서도 512Kbps회선을 E1급(2,048Kbps)회선으로 증속이 필요하다.

행정기관과 연결되어 있는 또하나의 외부접속망(WAN)인 H지역인 경우, 10Mbps의 용량으로 20명의 이용자가 공유하여 사용하는 지역으로 전자결재시스템 접속 및 사업소 자체의 서버와의 네트워크 사용량이 많아졌으며, 서버로의 파일전송량이 하루 일과시간 내내 이루어져 지역내 이용자들이 네트워크형 업무를 제대로 수행할 수 없었다. 현재 이 지역은 10Mbps 더미허브가 설치된 지역으로 1인당 이더넷에서 제공받을 수 있는 용량은 평균 10Mbps/20명 = 0.5Mbps이다. 따라서 이용자들간의 속도차를 효율적으로 분배하기 위하여 기존에 10Mbps의 대역폭을 100Mbps의 대역폭을 가지는 스위칭허브로 교체하여 업무의 효율을 높이고자 한다.

2) 네트워크 재구축

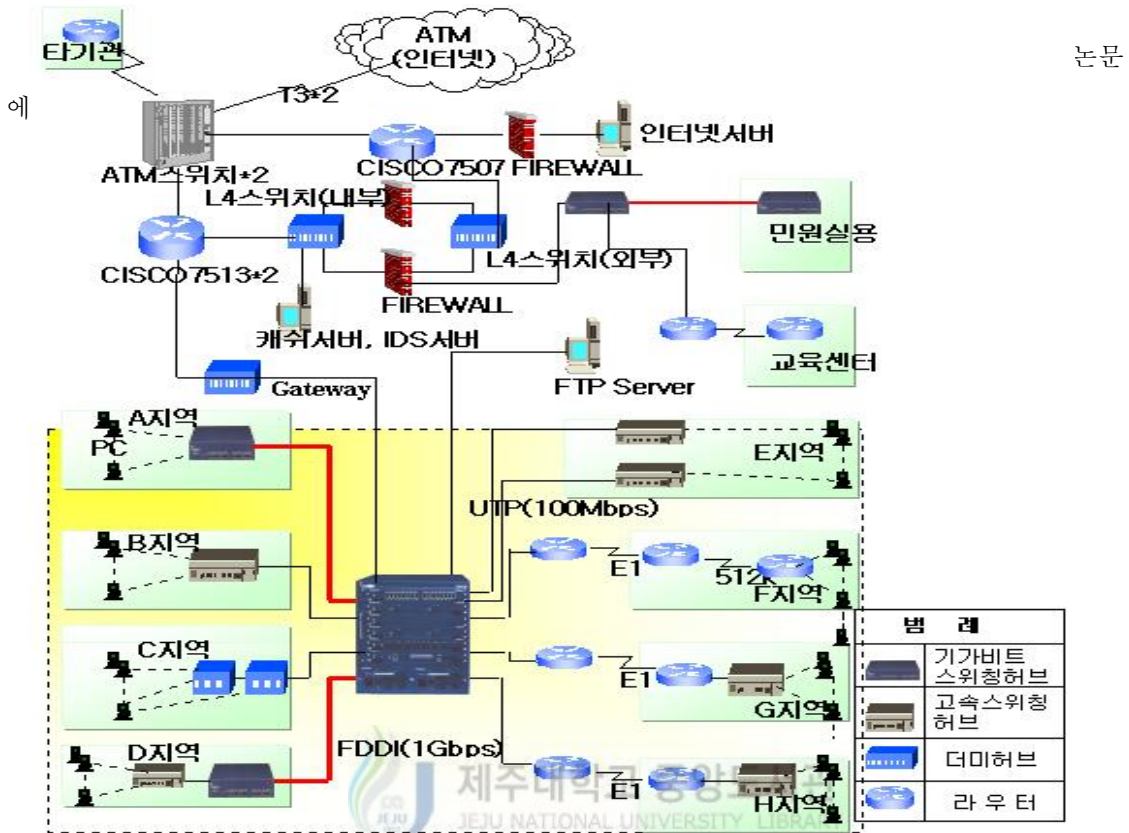


Fig. 13. Proposed network

제안한 네트워크 그림 13을 기존의 모델 그림 12와 비교 분석해 보면 A, B, C, 지역은 기존의 구성과 같고, D 지역에서는 10Mbps의 허브를 100Mbps가 지원되는 허브로 교체하였고, E지역에서는 100Mbps의 허브의 LAN 세그먼트를 분산시켰다. F지역은 512Kbps로 G 지역은 E1급으로 전송속도를 증가시켰고, H 지역인 경우는 10Mbps 더미허브를 트래픽이 많은 세그먼트를 우선으로 100Mbps 스위칭허브로 구성하였다. 또한, 실험 측정방법은 실험 네트워크와 동일한 방법으로 측정하였다.

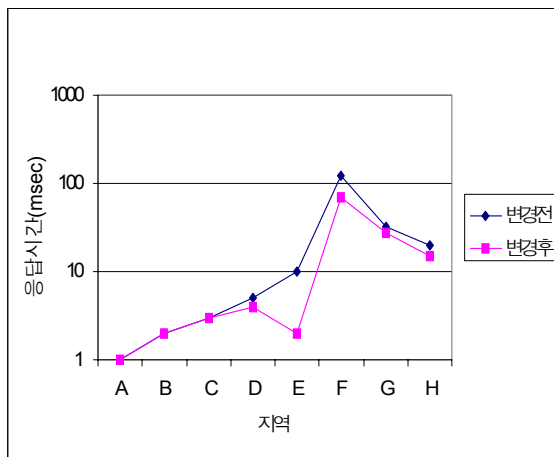
V. 결과 및 고찰

여기에서는 본 논문에서 기존의 실험모델 네트워크와 제안한 네트워크의 측정 데이터 결과를 그림 14에서 그림 19까지 그래프로 나타내어 비교 분석하였다.

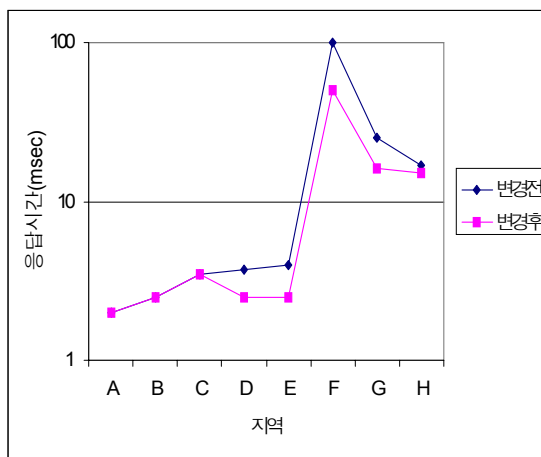
1. ping응답시간 및 전송속도 분석

1) 응답시간

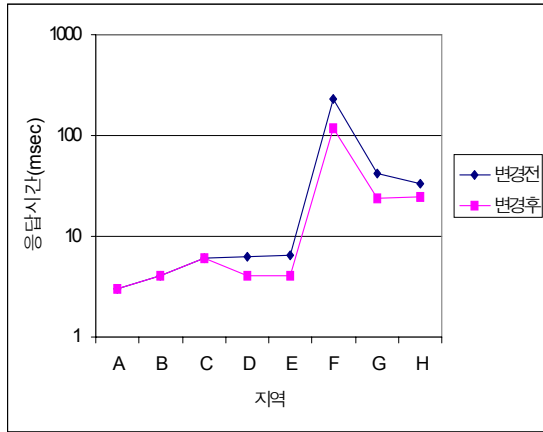
그림 14는 변경전과 변경후 네트워크의 응답시간을 비교한 그래프이다. windows에서 측정한 응답시간인 그림 14(a)에서 가장 크게 차이를 보이고 있는 E지역에서 변경전에는 10ms였으나 변경후는 2ms로 1/5정도 응답시간이 개선되었음을 알 수 있다. 그림 14(b)에서 1000byte를 전송하여 응답시간을 측정한 결과 WAN구간인 F 지역이 많은 차이를 보이고 있는데 1000byte전송시 변경전에는 응답시간이 100ms였으나 변경후에는 50ms로 1/2 정도 응답시간이 빠르게 나타났다. 그림 14(c)에서 2000byte를 전송하여 응답시간을 측정한 결과 LAN구간인 D와 E지역이 변경전에는 응답시간이 6ms였으나 변경후에는 4ms로 응답시간이 개선됨을 볼 수 있다. 그림 14(d)에서 3000byte를 전송하여 응답시간을 측정한 결과 G지역인 경우 변경전에는 응답시간이 50ms였으나 변경후 응답시간이 36ms로 14ms나 응답시간이 단축되어 네트워크 성능개선이 되었음을 보였다.



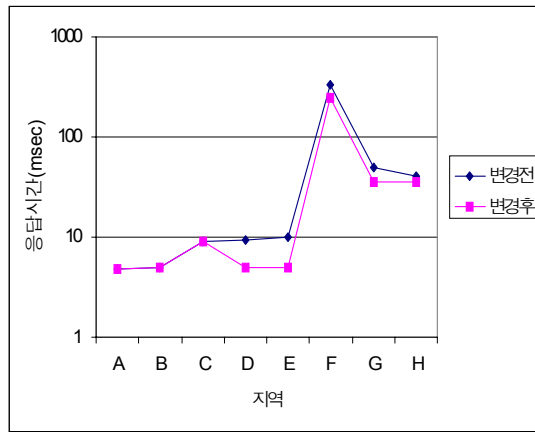
(a) Response time in windows



(b) When transmitting at 1000byte



(c) When transmitting at 2000byte

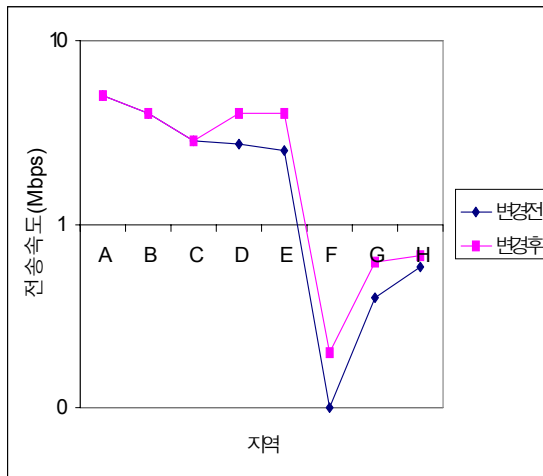


(d) When transmitting at 3000byte

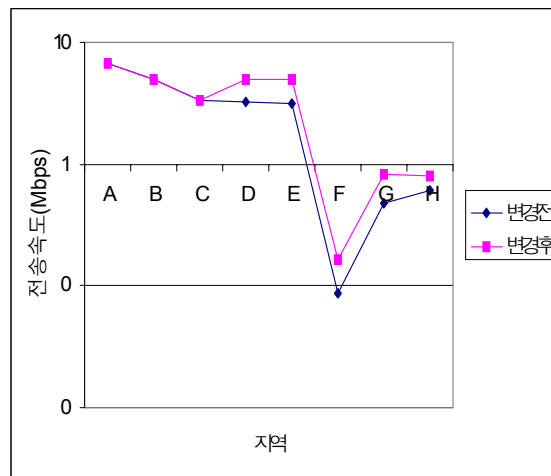
Fig. 14. ping response time

2) 전송속도

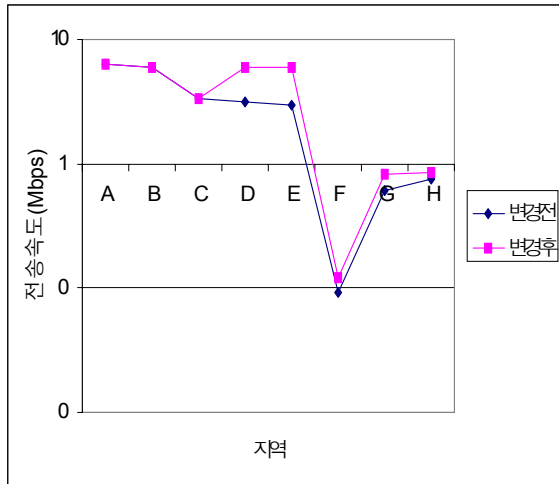
그림 15는 변경전과 변경후의 전송속도를 비교한 그래프이다. 1000byte전송시 전송속도인 그림 15(a)에서 A지역이 5Mbps의 전송속도로 가장 빠르게 나타났다. 또한 크게 차이를 보이고 있는 D와 E지역에서 변경전에는 전송속도가 3Mbps였으나 변경후는 4Mbps로 전송속도가 향상되었고 그림 15(b)에서도 G지역에서도 변경전에는 전송속도가 0.48Mbps였으나 변경후는 0.83Mbps로 전송속도가 2배정도 성능이 개선되었다. 그림 15(c)에서 F지역에서는 전송속도가 0.09Mbps였으나 변경후는 0.17Mbps로 2배정도 성능이 개선되었다.



(a) When transmitting at 1000byte



(b) When transmitting at 2000byte



(c) When transmitting at 3000byte

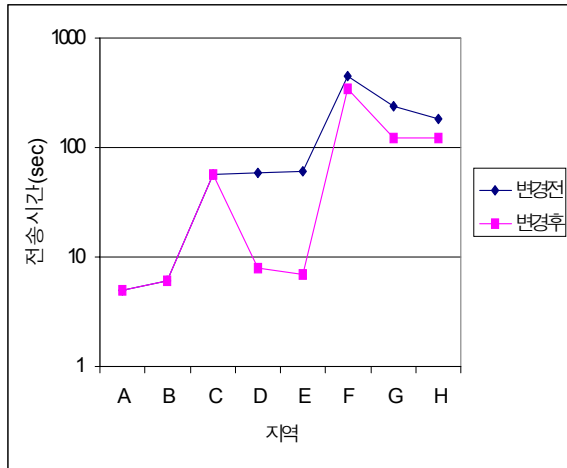
Fig. 15. Transmitting speed

2. FTP 전송시간 및 처리량 측정 분석

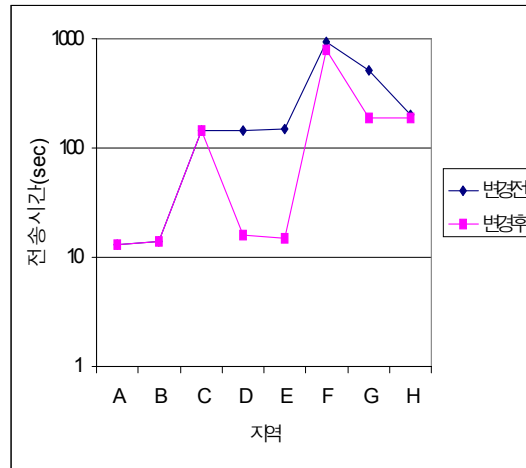
1) Upload시

(1) FTP 전송시간

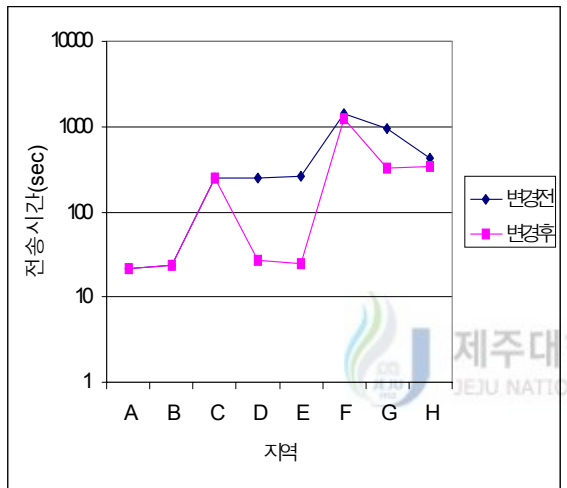
그림 16은 Upload시 변경전과 변경후의 FTP 전송시간을 비교한 그래프이다. 전체 그림에서 보면 알수 있듯이 A지역이 가장 빠른 전송시간을 나타냈다. 그림 16(a) 그림에서 전송시간이 빠른지역과 느린 지역을 비교해보면 10Mbyte전송시 LAN구간인 A지역에서는 5초정도면 전송되어 비교대상에서 가장 빠름을 나타냈다. 그리고 변경전 D와 E지역은 전송시간이 각각 59, 61초 걸렸으나, 변경후는 각각 8, 7초면 전송이 이루어져 8배정도의 전송시간이 단축되어 네트워크 성능이 개선되었다. WAN구간인 F지역인 경우는 변경전 456초에서 변경후 340초로 1.3배정도로 비교적 향상되었지만 미약하다. 그림 16(b)에서도 G지역인 경우 변경전과 변경후를 살펴보면 512초에서 187초로 전송시간이 단축되어 네트워크 성능이 향상되었고 그림 16(c)에서 F지역인 경우 1404초에서 1243초로 전송시간이 단축되었음을 알수 있다. 또 그림 16(d)에서 H지역인 경우 803초에서 508초로 전송시간이 단축되어 네트워크 성능이 향상되었다.



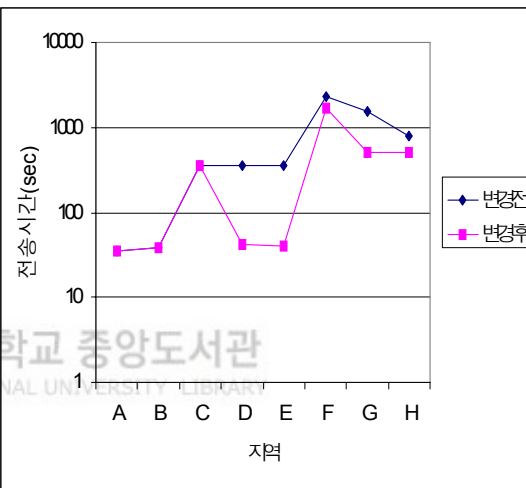
(a) When transmitting at 10Mbyte



(b) When transmitting at 20Mbyte



(c) When transmitting at 40Mbyte

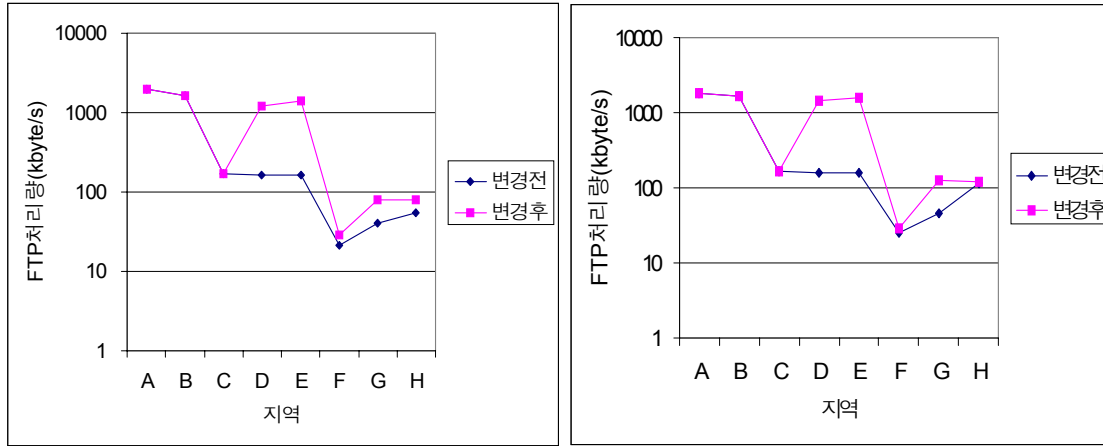


(d) When transmitting at 60Mbyte

Fig. 16. Transmitting time

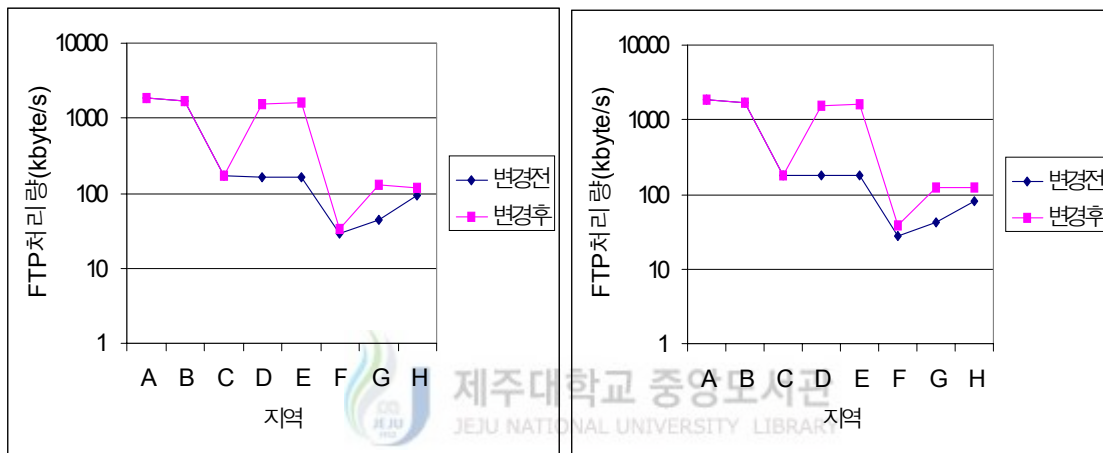
(2) FTP 처리량

그림 17은 Upload시 변경전과 변경후의 FTP 처리량을 비교한 그래프이다. 그림 17(a)에서는 A지역이 1956kbytes/s로 가장 많은 FTP 처리량을 나타냈다. D와 E지역이 변경전에는 166kbyte/s와 160kbytes/s였으나 변경후에는 1222kbyte/s, 1397kbyte/s로 FTP처리량이 많아 2배정도의 네트워크 처리량을 보였다. 그림 17(b)에서 H지역인경우도 변경전에는 115kbyte/s 였으나 변경후에는 122kbyte/s로 네트워크의 성능이 향상되었다. 그림 17(c)에서 F지역인 경우 변경전에는 29kbyte/s에서 33kbyte/s로 네트워크 성능이 향상되었고 그림 17(d)에서 G지역인 경우 42kbyte/s에서 126kbyte/s로 3배의 네트워크 처리량을 보였다.



(a) When transmitting at 10Mbyte

(b) When transmitting at 20Mbyte



(c) When transmitting at 40Mbyte

(d) When transmitting at 60Mbyte

Fig. 17. FTP processing volume

2) Download시 FTP 전송시간 및 처리량

(1) FTP 전송시간

그림 18는 Download시 변경전과 변경후의 FTP 전송시간을 비교한 그래프이다. 그림 18(a)에서 A지역이 가장 빠른 전송시간을 나타냈다. 전송시간이 빠른지역과 느린 지역을 비교해보면 10Mbyte전송시 LAN구간인 A지역에서는 upload시 5초걸렸던 구간이 1초만에 전송되었다. 그리고 변경전 D와 E지역은 전송시간이 각각 13, 15초 걸렸으나, 변경후는 각각 5, 4초면 전송이 이루어져 네트워크 성능이 향상되었다. 그림 18(b)에서 WAN구간인 F지역인 경우는 변경전 556초에서 변경후 360초로 전송시간이 단축되었다. 그림 18(c)에서 G지역인 경우도 변경전과 변경후를 살펴보면 504초에서 167초로 전송시간이 단축되어

3배 가량 네트워크 성능이 향상됨을 보였다. 여기서 WAN지역이 LAN지역보다 멀티미디어 데이터를 Download할 경우에도 지연시간이 많이 걸렸다.

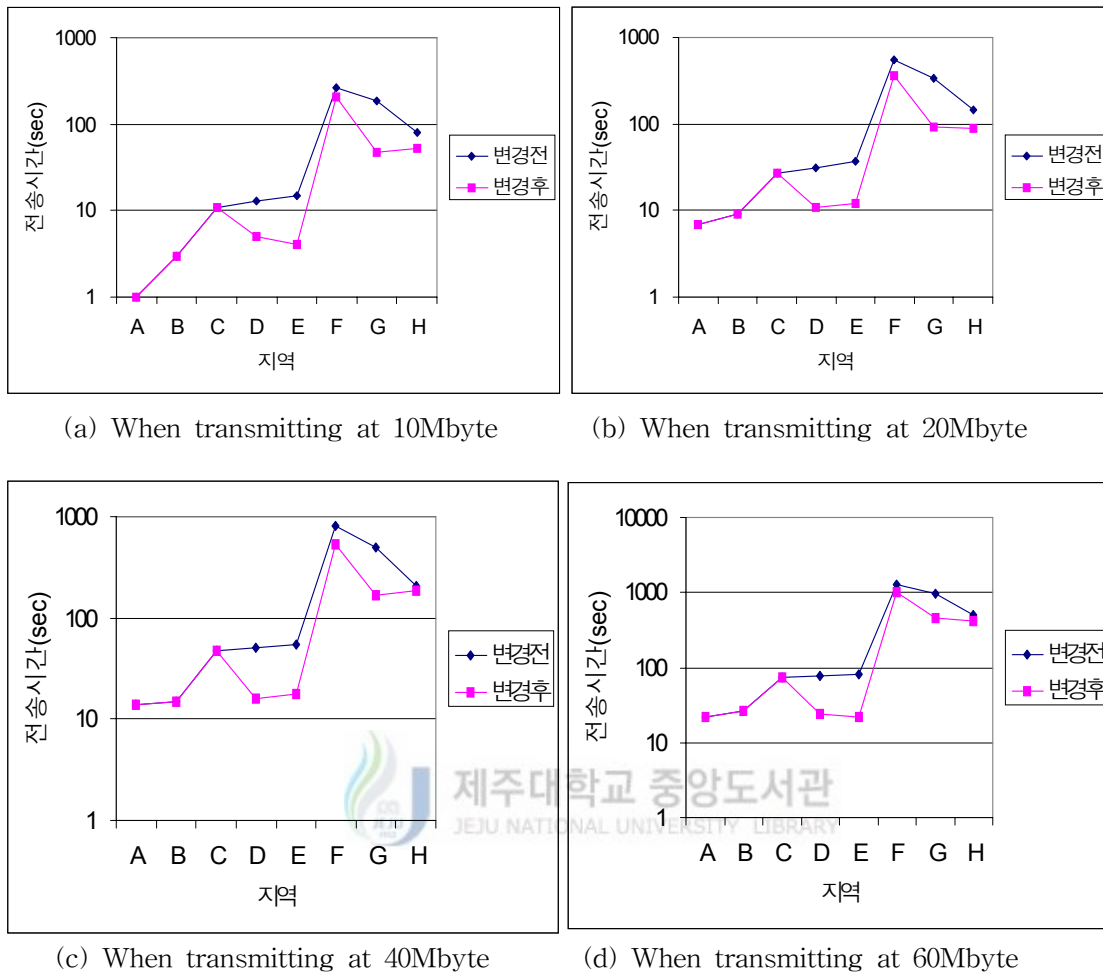
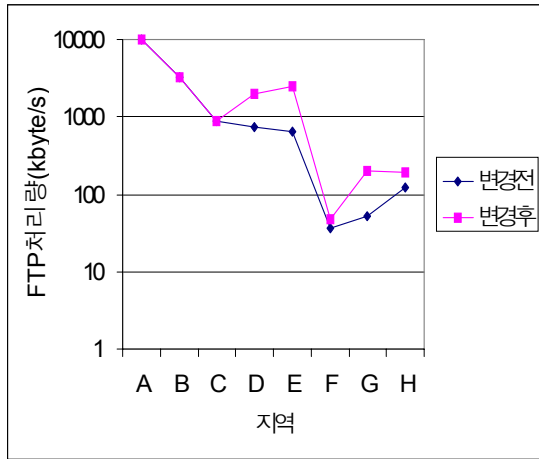


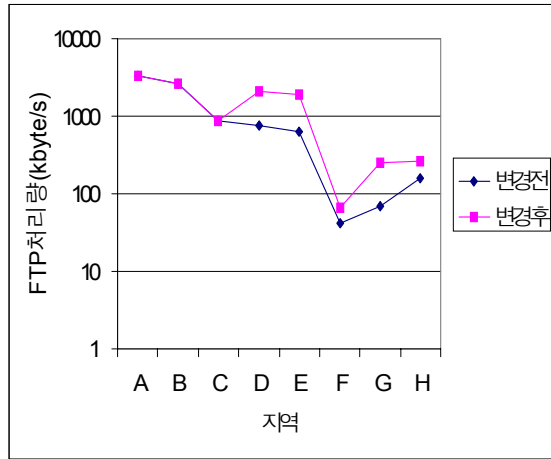
Fig. 18. Transmitting time

(2) FTP 처리량

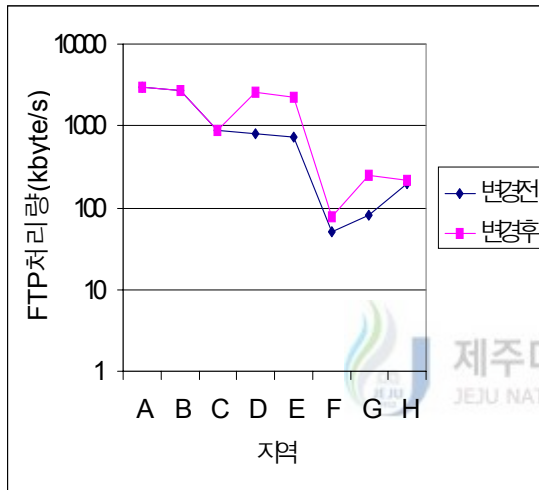
그림 19은 Download시 변경전과 변경후의 FTP 처리량을 비교한 그래프이다. 그림 19(a)에서 A지역이 9778kbytes/s로 가장 많은 FTP처리량을 나타냈다. D와 E지역이 변경전에는 각각 752kbyte/s와 652kbytes/s였으나 변경후에는 각각 1956kbyte/s, 2445kbyte/s로 많은 FTP처리량을 보였다. 그림 19(b)에서 G지역인경우도 변경전에는 68kbyte/s 였으나 변경후에는 253kbyte/s로 FTP처리량이 약 4배가 향상된 처리량을 보였다. 그림 19(d)에서도 E지역인 경우 변경전 802kbyte/s였으나, 변경후는 2915kbyte/s로 약 3.6배정도 네트워크의 성능이 향상되었다.



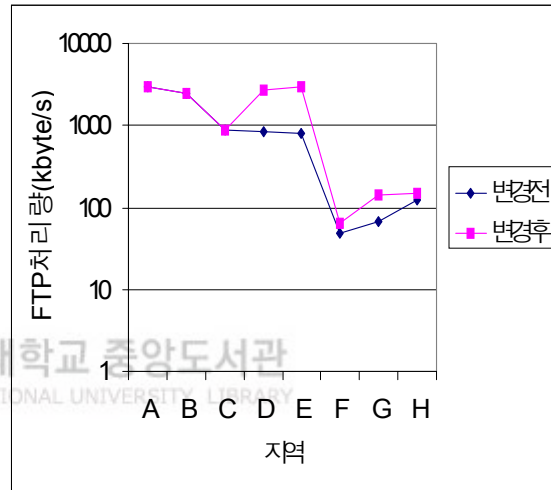
(a) When transmitting at 10Mbyte



(b) When transmitting at 20Mbyte



(c) When transmitting at 40Mbyte



(d) When transmitting at 60Mbyte

Fig. 19. FTP processing volume

VI. 결론

행정기관에서는 LAN을 이용하여 전자결재, 민원행정업무, 화상회의 등과 같은 복잡한 행정업무를 효과적으로 처리하고 있다. 그러나 LAN 네트워크에 트래픽량이 증가함에 따라 현재 제공되는 10Mbps 이더넷으로는 멀티미디어형 서비스 환경에 알맞는 서비스를 제공할 수 없다. 따라서 네트워크의 효과적인 관리를 위해 현재의 LAN 네트워크 전송망을 구간별로 측정하여 성능을 분석하여 네트워크를 개선하여야 한다.

본 논문에서는 제주도내의 한 행정기관 LAN 네트워크를 선정하여 8개 구간으로 네트워크를 분류하고 네트워크 성능을 ping 응답시간, 전송속도, 전송시간과 처리량 등에 대하여 측정한 후 네트워크의 문제점을 분석하였다. 분석 결과, 기존의 LAN구간에는 하나의 허브에 LAN세그먼트들이 너무 많았으며, 현재의 10Mbps의 용량으로는 멀티미디어나 대용량 서비스를 수용하기에는 부적합하였다. 그리고 WAN구간에서도 전송속도 및 처리량 등이 저속으로 처리되므로 속도 개선이 필요하였다. 이러한 분석결과를 이용하여 기존의 LAN 구간에 대하여 각 LAN 세그먼트를 분리하여 하나의 서브넷 내에 이용자수를 줄임으로서 이용자당 이용 가능한 대역폭이 증대되었고, 더미허브를 스위칭허브로 교체하여 10Mbps용량을 100Mbps로 확장시켰다. 그리고 WAN구간의 전송속도를 높이기 위해서 256kbps와 512kbps의 속도를 각각 512kbps와 E1급으로 높여 용량을 확장하여 네트워크를 재구성한 후 성능 분석을 하였다. 성능분석 결과, 기존의 네트워크보다 재구성한 네트워크가 ping응답시간, 전송속도, FTP 전송시간, FTP 처리량의 성능이 향상되었다.

참 고 문 헌

- A. Leinwand & K. F. Corney, 1996, "Network management : A practical perspective", Addison-Wesley
- 안순신, 김은기, 1998, 정보통신 네트워크, 이한출판사
- Eric A. Hall(정중기 역), 2001, "인터넷 프로토콜 핵심가이드", 한빛미디어
- 한국전자통신연구원, 2001, 주간기술동향(제 986호, 정보통신기술, 정책 및 산업)
- 한국전자통신연구원, 2001, 고속 LAN기술/시장 보고서
- <http://www.comm114.or.kr>
- <http://www.ddi.re.kr/dkforum/forum0001/fr001304.htm>
- <http://www.scope.co.kr>, (주) 스콥 정보통신
- <http://www.shomiti.com>, (주)쇼미티 시스템즈
- <http://www.tagtree.com>, (주)다산기술
- <http://www.watchtek.co.kr>, (주)와치텍
- 이충기의 1명, 2001, "캠퍼스 망의 성능분석에 관한 연구", 산업기술연구소 논문집 제20권
- James F. Kurose & Keith W. Ross, 2001, "Computer Networking - A Top-Down approach featuring the internet", Addison-Wesley
- 지일구, 1993, 한국 실정에 맞는 LAN이란 이런 것이다, 도서출판 성원
- 정재훈외 2명, 2001, "인터넷 트래픽 측정방법 및 시스템", 전자통신동향분석 제16권 제5호
- 김태완, 2002, "사내 네트워크 성능향상 방안에 관한 연구" 한남대학교 정보산업대학원
- 김종상, 전화숙, 2001, 데이터통신 및 컴퓨터통신, 사이텍미디어
- 김종대의 8명, 1997, "인터넷 트래픽 산출 및 분석시스템 개발 연구", 한국전산원(연구보고서)
- 김정환, 1998, "통신품질과 트래픽 기술동향", 전자통신동향분석 제13권 제6호
- 고대식, 1999, "인터넷 트래픽 측정도구의 개발", 목원대학교 논문집 제37권

- 옥도민, 2002, “플로우 분류기를 이용한 인터넷 트래픽 측정 및 특성분석”, 서울대학교 대학원(석사학위논문),
- 박명혜, 2002, “트래픽 측정기술”, 전자부품연구원(연구보고서)
- 박성욱, 1997, “웹기반의 엔터프라이즈 네트워크 트래픽 모니터링 및 분석”, 포항공과대학교 정보통신대학원(석사학위논문)
- Philip Miller(서울기획 감역), 2001, “마스터링 TCP/IP(응용편)”, 성안당
- 윤중호, 1998, 고속 이더넷, Ohm사



부록 I. 실험결과

1. 변경전 실험결과

1) ping응답시간 및 전송속도 결과

구분		Gateway					Gateway		
전송방향		↓					↓		
지역		LAN 구간					WAN구간		
		A	B	C	D	E	F	G	H
Windows에서 측정된 ping응답시간 (ms)		1	2	3	5	10	120	32	20
ping 응답시간 (ms)	1000byte전송시	2	3	4	4	4	100	25	17
	2000byte전송시	3	4	6	6	6	230	42	33
	3000byte전송시	5	5	9	10	10	330	50	40
ping 명령시 전송속도 (Mbps)	1000byte전송시	5	4	3	3	3	0.10	0.40	0.59
	2000byte전송시	7	5	3	3	3	0.09	0.48	0.61
	3000byte전송시	6	6	3	3	3	0.09	0.60	0.75

2) FTP 전송시간 및 처리량 결과

(가) upload시 FTP전송시간 및 처리량

구분		FTP Server					FTP Server		
전송방향		↓					↓		
지역		LAN구간					WAN구간		
		A	B	C	D	E	F	G	H
FTP 전송시간 (sec)	10Mbyte	5	6	57	59	61	456	240	180
	20Mbyte	13	14	143	146	150	945	520	203
	40Mbyte	22	24	244	250	256	1404	938	433
	60Mbyte	35	38	351	356	360	2345	1545	803
FTP 처리량 (kbyte/s)	10Mbyte	1956	1630	172	166	160	21	41	54
	20Mbyte	1788	1661	163	159	155	25	45	115
	40Mbyte	1858	1703	168	164	160	29	44	94
	60Mbyte	1832	1687	183	180	178	27	42	80

(나) download시 FTP전송시간 및 처리량

구분		FTP Server					FTP Server		
전송방향		↓					↓		
지역		LAN구간					WAN구간		
		A	B	C	D	E	F	G	H
FTP 전송시간 (sec)	10Mbyte	1	3	11	13	15	267	187	80
	20Mbyte	7	9	27	31	37	556	340	146
	40Mbyte	14	15	47	50	55	817	504	204
	60Mbyte	22	26	74	77	80	1307	956	508
FTP 처리량 (kbyte/s)	10Mbyte	9778	3259	889	752	652	37	52	122
	20Mbyte	3321	2583	861	750	628	42	68	159
	40Mbyte	2920	2725	870	818	743	50	81	200
	60Mbyte	2915	2466	867	833	802	49	67	126

2. 변경후 실험 결과

1) ping응답시간 및 전송속도 결과

구분		Gateway					Gateway		
전송방향		↓					↓		
지역		LAN 구간					WAN구간		
		A	B	C	D	E	F	G	H
windows에서 측정된 ping응답시간(msec)		1	2	3	4	2	70	28	15
ping 응답시간 (msec)	1000byte전송시	2	3	4	3	3	50	16	15
	2000byte전송시	3	4	6	4	4	120	24	25
	3000byte전송시	5	5	9	5	5	250	36	35
ping 명령시 전송속도 (Mbps)	1000byte전송시	5	4	3	4	4	0.20	0.63	0.67
	2000byte전송시	7	5	3	5	5	0.17	0.83	0.80
	3000byte전송시	6	6	3	6	6	0.12	0.83	0.86

2) FTP 전송시간 및 전송시간 결과

가) upload시 FTP전송시간 및 처리량

구분		FTP Server					FTP Server		
전송방향		↓					↓		
지역		LAN구간					WAN구간		
		A	B	C	D	E	F	G	H
FTP 전송시간 (sec)	10Mbyte	5	6	57	8	7	340	122	123
	20Mbyte	13	14	143	16	15	789	187	191
	40Mbyte	22	24	244	27	25	1243	323	340
	60Mbyte	35	38	351	42	40	1678	510	508
FTP 처리량 (Kbyte/s)	10Mbyte	1956	1630	172	1222	1397	29	80	79
	20Mbyte	1788	1661	163	1453	1550	29	124	122
	40Mbyte	1858	1703	168	1514	1635	33	127	120
	60Mbyte	1832	1687	183	1527	1603	38	126	126

나) download시 FTP전송시간 및 처리량

구분		FTP Server					FTP Server		
전송방향		↓					↓		
지역		LAN구간					WAN구간		
		A	B	C	D	E	F	G	H
FTP 전송시간 (sec)	10Mbyte	1	3	11	5	4	204	48	52
	20Mbyte	7	9	27	7	6	360	92	90
	40Mbyte	14	15	47	13	12	532	167	187
	60Mbyte	22	26	74	24	22	1023	457	422
FTP 처리량 (kbyte/s)	10Mbyte	9778	3259	889	1956	2445	48	204	188
	20Mbyte	3321	2583	861	3321	3875	65	253	258
	40Mbyte	2920	2725	870	3144	3406	77	245	219
	60Mbyte	2915	2466	867	2672	2915	63	140	152

감 사 의 글

석사과정을 시작한지 어언 2년 반, 직장생활의 병행으로 때로는 힘에 부치기도 했지만 배우고자 하는 열망으로 시작한 공부였기에 자신을 재 담금질하는 인내의 기쁨으로 지내온 시간이었으며, 또 다른 인생의 전기가 된 세월이었다고 자부하고 그 열정을 본 논문에 담고자 하였습니다.

그동안 논문이 완성되기까지 세심한 배려와 깊은 애정으로 격려해 주시고 지도해주신 이용학 교수님께 진심으로 깊은 감사를 드립니다. 그리고 연구일정으로 바쁘신 가운데도 논문심사를 맡아 많은 조언과 지도해주신 김홍수 교수님과 강진식 교수님께도 깊이 감사를 드리며, 대학원 생활동안 여러 가지 가르침과 배려를 아끼지 않으신 문건 교수님, 임재윤 교수님, 양두영 교수님, 좌정우 교수님께도 머리숙여 감사를 드립니다.

제가 석사과정을 무사히 마칠 수 있도록 바쁘신 생활 속에서도 평소 각종자료와 논문작성에 많은 도움을 주신 정동성 교수님과 많은 격려와 조언을 주신 박원철 선배님을 비롯한 많은 도움을 주신 여러분께도 깊은 감사를 드립니다.

끝으로 오늘의 작은 결실이 있기까지 항상 용기와 격려를 주신 사랑하는 부모님과 가족들에게도 고마움을 전합니다.