

Simulation을 통한 Gigabit Ethernet의 링크효율 분석

전찬욱* · 오대호* · 서석철* · 이재완* · 고남영**

*군산대학교

The analysis of Link efficiency of Gigabit Ethernet with simulation

Chan-wk Jun* · Dae-ho Oh* · Suk-chul Seo* · Jae-wan Lee* · Nam-young ko**

*Kunsan National University

E-mail : jcw1018@kunsan.ac.kr

요 약

멀티미디어 시대를 맞아 인터넷/인트라넷 환경의 급속한 발달로 사용자당 요구 트래픽이 점차 광대역화 되고 보다 많은 정보를 신속하게 획득하고자 하는 요구가 증대함에 따라 네트워크의 고속화를 필연적으로 수반하게 됨으로써 보다 빠른 Ethernet의 등장이 요구되었다. Gigabit Ethernet은 기존 Ethernet 환경에서 네트워크에 대용량을 제공하고 고성능을 발휘할 수 있는 점 등 여러 가지 면에서 장점을 지니고 있어 인터넷 사용자당 요구 트래픽을 해소할 수 있는 대안으로 제시되고 있다. 따라서 본 고에서는 이러한 Gigabit Ethernet 기술과 관련하여 개념 및 특징을 살펴보고 가상 모델링을 통한 링크효율을 분석해보았다.

ABSTRACT

In the multimedia age, the development of Internet/Intranet circumstances makes Required Traffic per user be gradually larger. And the more demand getting many pieces of information quickly increases, the more required the rapid network is as a necessary consequence. This is why we need the advanced Ethernet. Gigabit Ethernet has many advantages in many respects. For example, it increases the capacity of network and makes network highly efficient in the existing Ethernet circumstance. Thus, Gigabit Ethernet becomes a counterproposal that can resolve Required Traffic per internet user. Present study inquires the concepts and the characteristics connected with Gigabit Ethernet Technology and analyzes the Link efficiency with a hypothetical modeling.

I. 서 론

데스크탑의 프로세싱 파워는 펜티엄프로세서와 새로운 RISC 프로세서의 등장으로 클라이언트 시스템의 처리 능력이 크게 향상되었다. 또 윈도우 NT나 유닉스 기반의 시스템에 이러한 뛰어난 CPU를 여러 개 탑재할 수 있는 멀티프로세서 시스템도 잇달아 발표되고 있다. 또한, 기업에서는 기존의 데이터와 증가되는 데이터를 효과적으로 활용하기 위해 데이터웨어 하우스와 지식관리 시스템 등에 관심을 기울이고 있다. 이에 따라 취급하는 데이터도 영상을 포함한 멀티미디어 데이터가 늘어나고 있으며 이러한 컴퓨팅 기술의 발전과 사용자 요구의 다양화에 따라 기업의 백본 네트워크도 좀더 고속의 네트워크로 진화되고 있다.

이와 같이 LAN의 고속화를 요구함에 따라 대학이나 중대규모 회사의 사내망 구성을 위하여 내부의 여러 LAN을 상호 연결시켜주는 고속의 백본망에 대한 중요성이 대두되었다. 지금까지는 LAN간의 내부 트래픽이 일부를 차지하고 있었지만, 월드 와이드웹(WWW : World Wide Web) 등의 어플리

케이션을 이용한 인터넷 트래픽에 따라 LAN간의 트래픽 비중이 80% 이상을 점유할 정도로 크게 증가되고 있다. 이는 LAN 자체의 고속화와 함께 LAN을 상호 연결하는 백본망의 중요성이 더욱 확대됨을 의미한다.[1] 이에 차세대 망으로 떠오르고 있는 Gigabit Ethernet의 링크효율을 분석해 보았다.

본 논문의 구성은 2장에서는 Gigabit Ethernet에 대해 살펴보고, 3장에서는 시뮬레이션 모델링을 이용한 Gigabit 이더넷의 트래픽을 분석하고 4장에서 결론을 기술하였다.

II. 본 론

1. Gigabit Ethernet

이더넷 환경이 멀티미디어 시대를 맞아 대용량 파일, 비디오 등 연속적 데이터 스트림의 사용 등으로 엔드유저 환경에서 최초 10Mbps급 10Base-T에

서 100Mbps급 100Base-T로 전환이 시작되고 초기의 100Base-T 업링크(백본)으로는 대역폭이 부족하여 광대역을 지원하는 기가비트 이더넷(1Gbps)이 등장하게 되었다.

기가비트 이더넷의 종류에는 IEEE 802.3z에서 추진중인 1000Base-X 패밀리 표준화 IEEE802.3ab에서 표준화하는 1000Base-T 표준이 있다.

1000Base-X 패밀리에는 1000Base-LX, 1000Base-SX, 1000Base-CX 등 3종류의 표준이 있다. 이 표준들은 이미 ANSI NCIT ST II에서 표준화되고 있는 Fiber 채널의 물리층 FC-1과 FC-0을 그대로 사용하고 있으므로 표준화 작업이 크게 단축되었다. 1000Base-T는 4가닥의 UTP 카테고리5를 사용하여 최대 100m의 전송거리를 실현하는 규격이다.[2]

2. Gigabit Ethernet 계층 구조

Gigabit Ethernet의 경우 10Mbps Ethernet이 100Mbps의 연장선상에 있으므로 MAC 프레임 구조가 같고 동일한 protocol를 적용한다. 따라서 기존의 10/100Mbps Ethernet에 비하여 커다란 차이점은 Gigabit rate의 고속 신호를 처리하기 위한 physical 계층의 접속매체 및 신호 처리 방식이다.

그림 1에 Physical Layer를 중심으로 변경된 Gigabit Ethernet의 계층구조 및 적용되는 매체의 종류를 나타내었다.

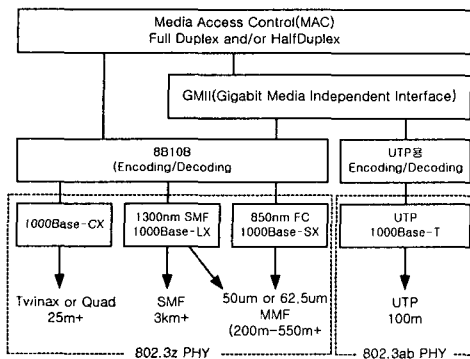


그림 1. Gigabit Ethernet의 계층구조 및 매체종류

Gigabit Ethernet의 물리계층의 매체로는 802.3z의 표준안에서 정한 광섬유(fiber-optic cable)와 구리선(copper cable) 및 802.3ab의 1000Base-T 표준에서 정의된 Category 5UTP 케이블이 사용된다. 802.3z의 1000Base-X 표준은 Fiber Channel의 물리계층을 근간으로 하고 있으며, PCS 기능으로 8B/10B encoding 및 decoding 방식을 사용한다. GMII(Gigabit Media Independent Interface) 기능부는 물리계층에서 사용된 매체의 종류 및 coding 방법과는 관계없이 MAC 계층에서 Ethernet 프레임을 처리하기 위하여 MAC 기능부와 Physical 계층 사이에 정의된 인터페이스 표준이다.[2][3]

3. GMII(Gigabit Media Independent Interface)

GMII는 물리 계층과 MAC 계층 사이에 존재하는 것으로 어떤 물리 계층에서도 MAC 계층을 사용할 수 있게 해 준다. 이것은 고속 이더넷에서 사용하고 있는 MII(Media Independent Interface)를 확장한 것으로 10, 100, 1000Mbps의 데이터 처리 속도를 지원한다. 또한 GMII는 독립된 8 비트의 데이터 송·수신 경로를 가지고 있어서 full-duplex와 half-duplex를 공히 지원할 수 있다. GMII는 캐리어의 존재를 표시하는 것과 충돌이 없다는 것을 표시하는 2개의 상태를 가리키는 신호를 제공한다. 조정 서브레이어(Reconciliation Sublayer)는 이러한 신호들이 MAC 서브레이어에게 물리 신호(PLS: Physical Signaling)의 인자(primitive)로 이해하도록 한다. GMII는 같은 MAC 컨트롤러를 사용하면서도 다양한 형태의 매체를 사용할 수 있게 해준다. GMII는 다음과 같이 3개의 서브레이어로 구성되어 있다.[3]

- PCS(Physical Coding Sublayer)
- PMA(Physical Medium Attachment)
- PMD(Physical Medium Dependent)

그림 2에 기가비트 이더넷의 프로토콜 구조를 나타내었다.

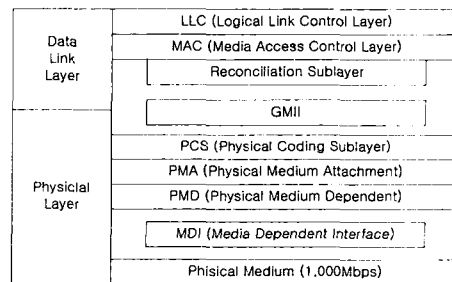


그림 2. Gigabit Ethernet 프로토콜 구조

3. Carrier Extension

Gigabit Ethernet은 기존의 802.3 네트워크와 상호 동작할 수 있어야 한다. Carrier Extension은 케이블링 거리에 제한을 두는 802.3 최소, 최대 프레임 크기를 유지하는 한 방법이다.

데이터 연장이 아닌 신호는 충돌 창(Collision Window)에 포함되고 전체 연장 프레임은 충돌을 위해 고려되게 된다.

FCS(Frame Check Sequence)는 연장 신호가 아닌 오리지널 프레임만 계산하며 연장 신호는 FCS가 체크하기 전에 수신측에 의해 제거된다. 그래서 LLC(Logical Link Control) 레이어는 "Carrier Extension"을 알아차리지조차 못한다.

그림 3에 Carrier Extension이 사용될때의 이더넷 프레임 구조를 나타내었다.[4][5]

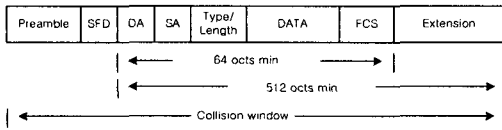


그림 3. Gigabit Ethernet의 Carrier Extension 프레임

4. Packet Bursting

Carrier Extension은 간단한 해결책이지만 대역폭을 많이 소모하게 된다. 만일 패킷이 아주 작다면 448padding 바이트까지 보낼 수 있게 되고 이렇게 되면 처리량이 상당히 낮게 된다. 사실 수많은 작은 패킷 때문에 Gigabit Ethernet은 패스트 이더넷 보다 처리량이 약간 좋을 뿐이었다. Packet Bursting은 Carrier Extension의 확장이라 할 수 있다.

송신측에서 전송하기 위해 다량의 패킷을 가지고 있을 때 carrier extension을 사용할 필요가 있다면 첫 번째 패킷이 슬롯타임에 포함되게 된다.

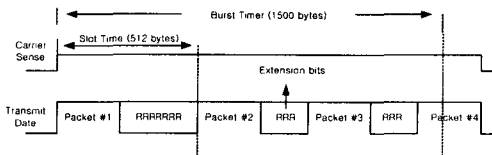


그림 4. Packet Bursting

패킷들은 버스트 타이머(1500bytes)가 끝날 때까지 최소 IPG (Inter-Packet Gap)를 가지고 연이어 전송되어진다. 패킷 버스트는 처리시간을 계속 증가시킨다. 그림 4에 Packet Bursting이 어떻게 작업을 수행하는지 보여주고 있다.[6]

5. Gigabit Ethernet의 이행 시나리오

LAN 트래픽의 가속적인 증가에 따라 대역폭 문제를 해결하기 위해 고속네트워크 기술에 관심이 집중되어지고 있는 가운데 Gigabit Ethernet은 기존의 통신망의 변환없이 고효율의 네트워크로 쉽고 직선적인 미그레이션을 보장하고, 구입비용과 지원 비용 면에서도 낮은 소요비용 효과가 있으며, 새로운 응용 프로그램과 데이터 형식을 지원하는 호환성, 네트워크 설계상의 비교적 간단한 유연성도 포함하고 있어 고속네트워크 기술로서 다각적인 장점을 지니고 있다. 따라서 Gigabit Ethernet이 이러한 문제점을 해결해 줄 수 있는 대안으로 예상되어진다.

Gigabit Ethernet을 기존의 LAN과 어떻게 융합시켜, Gigabit Ethernet으로 이행하는가는 벤더의 제품 전략, 사용자의 정보에 중요한 문제가 된다. 현재는 다음 3가지 경우가 Gigabit Ethernet으로의 이행에 있어 매우 유력한 방법으로 생각된다.

(1) 스위치간의 접속

스위치간 연결 Upgrade에 Gigabit을 이용하는 경우로서, Fast Ethernet 스위치 혹은 리피터간을 1000Mbps로 연결하는 방법

(2) 스위치-서버간의 연결

가장 간단하게 Gigabit Ethernet을 이용하는 경우로서, Gigabit Ethernet용의 NIC를 삽입한 슈퍼 서버군과 Gigabit Ethernet 스위치를 접속하는 방법

(3) Gigabit Ethernet BackBone

복수의 10/100Mbps 스위치를 묶는 Fast Ethernet을 100/1000Mbps를 지원하는 Gigabit Ethernet 스위치로 변환하고, 동시에 주변 장치도 Gigabit Ethernet 인터페이스 혹은 Uplink가 가능한 허브나 라우터로 Upgrade하는 방법

6. 시뮬레이션 및 결과

본문에서 설명한 Gigabit Ethernet의 개념 및 특성들을 토대로 그림 5와 같이 가상네트워크 모델링을 통해 링크에 전달되는 메시지의 응답시간과 사용효율에 대해 분석하였다.

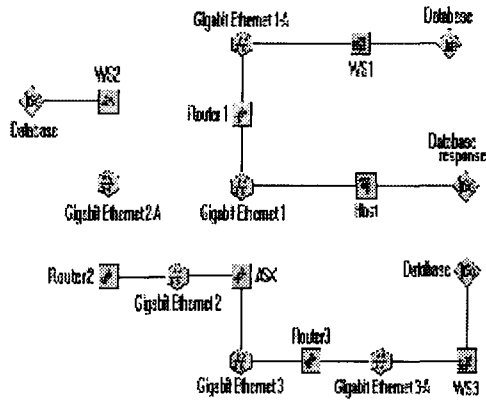


그림 5. 네트워크 구성도

가상네트워크 모델링은 3곳의 LAN환경으로 각각 30개의 Number Group을 통해 Cisco Router를 거쳐 응답까지의 처리조건들로 구성하였으며, 1Gbps 대역폭을 설정하였다. 각 그룹노드는 10초의 트래픽 생성기의 평균 내부도착 시간을 사용하여 1분당 10개의 메시지가 생성되도록 입력하였고 Database 1, 2, 3의 메시지를 Host(Processing node)로 전송하여 이 메시지의 응답시간 및 링크사용효율 등을 측정하였다.

표 5-1. 입력파라미터 값 및 입력값

분 류	입력파라미터값	입 력 값
Sources	Database 1	분당10개 메시지생성
	Database 2	분당10개 메시지생성
	Database 3	분당10개 메시지생성
	response	입력메세지에 응답
Links		
	Gigabit Ethernet	IEEE 802.3z 1Gbps
	WS 1, 2, 3	Computer group
Nodes		
	Router 1, 2, 3	Default
	Host	Processing node

그림 6은 표 1의 입력조건과 그림 5의 가상 네트워크 모델링을 통해 Database1, 2, 3에서 Host(Processing node)까지 전달된 메시지의 응답시간, 사용효율을 Comnet III 시뮬레이터를 이용 60초 동안 기록한 결과 그래프이다.

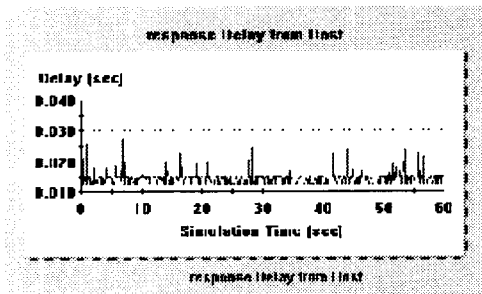


그림 6 Gigabit Ethernet 응답시간

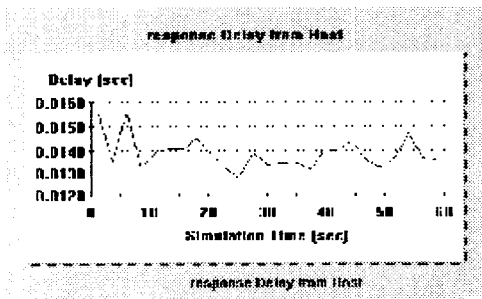


그림 7 Gigabit Ethernet 응답시간 간략형태

그림 7은 최소, 최대점을 25개의 점으로 나누어 매끄럽게 표현한 그래프이다.

표 2. 메세지 전달시간 및 응답시간

MAC	origin / msg src name: destination list	메시지전달(ms)	
		평균	최대
Gigabit Ethernet	WS 1 / src Database : Host	1.411	8974
	WS 2 / src Database : Host	2.649	11711
	WS 3 / src Database : Host	2.566	11691
	Host / src Database response : ECHO	13.963	30009

그 결과값은 표 2에 잘 나타나 있는데 WS(Work Station) 1, 2, 3에서 Host까지의 전달시간은 각각 1.411ms, 2.649ms, 2.566ms로 나타났다. 또한 Host로부터의 응답시간의 결과는 13.963ms를 얻었다.

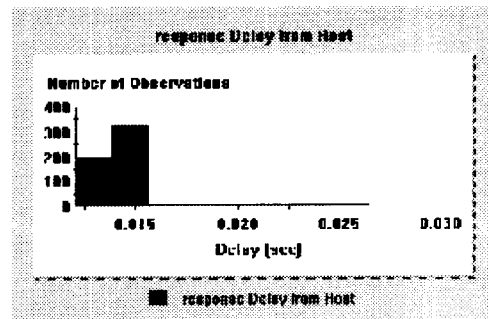


그림 8 Gigabit Ethernet의 응답시간 개수

그림 8은 Gigabit Ethernet에 대한 Host의 전송 메시지 응답 개수를 나타내고 있다. 응답개수는 569개로 나타났다. 또한 링크간 사용효율을 측정한 결과는 표 3을 통해 알수 있듯이 트래픽 유통량이 가장 집중되는 GBE -1에서 0.0133%로 링크사용을 많이 하는 것으로 나타났다.

표 3. Gigabit Ethernet 전송효율

	전송 Delay (ms)			
	평균	표준편차	최대	사용효율(%)
GBE 1	0.007	0.002	0.011	0.0133
GBE 2	0.007	0.002	0.010	0.0045
GBE 3	0.007	0.002	0.011	0.0040

IV. 결 론

인터넷 사용자와 다양한 응용의 발전에 힘입어 인터넷이 활성화 되고 네트워크를 이용한 어플리케이션이 점점 더 많은 대역폭을 요구함에 따라 본 논문에서는 Gigabit Ethernet이 트래픽을 해소할 수 있는 대안으로 제시하여 Gigabit Ethernet의 개념 및 기술적 특성들을 토대로 가상네트워크 모델링을 통해 링크에 전달되는 메시지의 응답시간과 사용효율에 대해 분석해 보았다.

기가비트 인터넷은 프레임 구조 및 CSMA/CD 프로토콜을 그대로 적용하고 100Mbps Ethernet에서 사용하는 full duplex 전달 방식 및 flow control 기술을 그대로 사용한다. 또한 Carrier Extension 과 Frame Busting 이라는 두가지 새로운 기능의 추가로 인해 Gigabit Ethernet은 LAN의 개념이 아니라 나아가 MAN의 개념으로 자리잡을거라 예상되며, 기존의 통신망의 변환 없이 고효율의 네트워크로 쉽고 직선적인 미그레이션을 보장하고, 새로운 응용 프로그램과 데이터 형식을 지원하는 호환성, 네트워크 설계상의 비교적 간단한 유연성도 포함하고 있어 고속네트워크 기술로서 다각적인 장점을 지니고 있어 차세대 통신망으로 가장 적합한 대안이라 할 수 있다.

향후, Gigabit Ethernet의 단점인 접속거리면과 멀티미디어 지원 등에 대한 효과적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Lisa Strand, "What Happened in the LAN during 1998", Dataquest, 1999.2
- [2] 강태규, 이형호, 정해원, "Gigabit Ethernet 표준화 및 기술개발동향", 한국 전자공학회지, Oct. 2000
- [3] IEEE 802.3z : "MAC parameters, Physical Layer, repeater and management parameters for 1000Mbps operation".
- [4] 박종원 외, "기가비트 인터넷의 이해", 주간 기술동향 제 882호, 1999.2
- [5] Rich Seifert, Gigabit Ethernet and Technology, Addison-Wesley, 1998
- [6] D. Minoli, "Gigabit Ethernet Technology and Standards", Datapro, Information Services, 1998. 3