

유무선 LAN 어댑터의 성능시험

이 부호

한국전자통신연구원 네트워크장비시험센터

Performance Evaluation of Wired/Wireless LAN Adaptors

Boo-Ho Lee

Network Equipment Test Center, ETRI

E-mail : boocho@etri.re.kr

Abstract

This paper discusses performance evaluation methodologies for wired/wireless Ethernet adaptors. This paper defines test cases for performance evaluation of LAN adaptor and its environments.

Performance evaluation of LAN adaptor is more complex as compared with interconnection devices such as Ethernet HUB and Ethernet switch, because its performance depends on the system on which the adaptor is plugged. Such dependencies include CPU type, RAM size, system bus architecture(PCI bus clock), etc.

I. 서론

최근에 와서 CPU(중앙처리장치) 처리속도의 비약적인 향상으로 컴퓨터의 성능이 상당히 좋아졌고 이로 인해 컴퓨터를 이용한 네트워크의 사용량이, 인터넷의 대중화와 함께 폭발적으로 증가하게 되었다. 이에 따라 인터넷 장비, 특히 이더넷 스위치, HUB, 그리고 이더넷 NIC에 대한 수요가 급증하고 있다. 그러나 일반 사용자의 입장에서는 수없이 많은 이더넷 장비의 성능에 대한 확신을 가질 만한 정보를 구할 수 없기 때문에 구매 단계에서는 어느 제품을 구매해야 할 지 결정하기가 상당히 혼란스럽다. 이러한 이유로 통신장비에 대한 기능/성능 시험 및 인증을 위한 제도를 만들어야 한다는 요구가 높아지고 있다.

본 논문에서는 유무선 Ethernet NIC의 성능시험 환경을 구축한 경험을 바탕으로 이러한 시험 인증의 측면에서 유무선 이더넷 장비, 특히 유무선 이더넷 NIC

의 성능 시험을 위한 요구사항을 분석하고 성능시험을 위한 시험환경 구축, 그리고 일반 사용자를 위해 성능 시험 결과 보고서에 명시되어야 하는 항목들을 짚어 보고자 한다.

II. 성능시험 요구사항

이더넷 스위치나 HUB 등의 중간 연결 장비(interconnection device)에 대한 성능시험은 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 권고한 RFC1242[1], RFC1944[2], RFC2544[4]에서 정의되어 있는 Network 장비의 Benchmarking에 필요한 성능시험 요소를 바탕으로 하고 있다.

그러나 이더넷 스위치나 HUB와는 달리 PC의 메인보드 상의 한 슬롯에 장착되어 단말장치로 사용되는 이더넷 NIC의 특성상 독립적으로 동작할 수 없다. 또한 이러한 특성 때문에 이더넷 NIC의 성능시험을 위한 전용의 시험장비가 없고 Ganymede사의 Chariot [4,5,6]과 같은 소프트웨어를 이용한 응용계층 레벨에서의 성능시험을 수행하게 되어 NIC이 장착되는 PC로부터 상당한 영향을 받게 된다. 응용계층에서 시험해야 한다는 제약 때문에 이더넷 NIC에 대한 성능시험의 시험항목은 스위치나 HUB에 비해 상당히 제한된다. 이더넷 NIC의 성능시험을 위한 시험항목은 IETF RFC1242[1], RFC1944[2], RFC2544[4]에서 정의되어 있는 성능시험요소 중에서 이더넷 NIC에 필요한 요소만을 선택한다. Chariot을 이용한 NIC의 성능시험이 응용계층(application layer)에서 수행되기 때문에 frame 손실률이나 back-to-back frame 전송률에 대한 시험은 하지 않는다.

단위 시간에 전송되는 데이터의 최대량을 측정하는

최대 전송률(throughput)은 시험대상인 NIC이 장착된 PC 사이에서 Chariot 프로그램을 이용하여 데이터를 일정 시간 동안 전송하여 오류가 발생하지 않고 최대한으로 전송할 수 있는 데이터 량을 측정하게 된다. 또한 최대 전송률을 측정할 때 데이터를 송수신하는 동안에 발생하는 시간지연(latency)을 함께 측정한다. 이를 위해서는 PC에서 수행되는 endpoint 프로그램들 사이에 시간적인 동기화가 필요하게 되는데 이것은 endpoint들 사이에 정해진 규칙에 따라 프로그램의 초기화 과정에서 이루어진다. NIC의 성능시험을 수행할 때 PC에서 다른 프로그램을 실행시키면 성능을 정확하게 측정할 수 없기 때문에 endpoint프로그램 이외에는 어떠한 프로그램도 실행시켜서는 안 된다.

NIC이 컴퓨터라는 특정된 환경에서만 동작하기 때문에 NIC의 성능은 컴퓨터의 운영체제(OS)에 따라 상당히 달라질 수 있다. 따라서 NIC의 성능시험에서는 이점을 고려하여 NIC이 사용될 수 있는 가능한 한 여러 종류의 OS - Windows for Workgroup 3.11, Windows 95/98, Windows NT 3.51/4.0, Windows 2000, Linux 등 - 상에서 시험이 수행되어야 한다.

NIC의 성능시험이 실제 망에서 수행되면 시간에 따라 망에서 발생하는 트래픽이 일정하지 않기 때문에 정확한 시험이 이루어질 수 없다. 성능시험 시 실제망과 단절된 독립된 시험망을 구성하고 background 트래픽을 생성할 수 있는 장비를 연결하여 일정량의 트래픽을 시험망에 가할 수 있도록 해야 한다. 또한 시험망에 대한 background 트래픽의 양을 단계별로 변화시켜 가면서 시험망에서의 NIC의 성능시험을 수행해야 한다. NIC의 성능시험에서 background 트래픽을 가할 경우 SMB2000과 같은 장비를 사용하여 보통 20%에서 100%까지 20%의 간격으로 background 트래픽을 생성하여 시험한다.

그림 1은 Chariot을 기반으로 하는 이더넷 NIC의 성능시험을 위한 시험환경의 한 예이다. 이 시험환경에서는 background 트래픽 생성을 위한 Netcom사의 SMB2000 시스템[7,8]과 Chariot 콘솔, 그리고 NIC이 장착된 두 대 이상의 PC를 연결하기 위한 이더넷 HUB를 필요로 한다. 따라서 HUB가 NIC의 성능시험 결과에 영향을 미치게 된다. HUB는 적어도 NIC이 지원하는 최대 전송률 이상의 인증된 성능을 보장해야 한다. 그렇지 않을 경우 성능시험 결과로 보고되는 NIC의 성능을 신뢰할 수 없게 된다.

NIC이 장착되는 PC 또한 가능한 한 최고의 성능을 갖추고 있어야 한다. 물론 일반 사용자의 PC 규격이 모두 최고의 성능을 갖추지 않고 있는 것을 아니지만 시험의 목적이 NIC이 지원할 수 있는 최대의 성능을 측정하는 것이기 때문에 PC로 인해 NIC이 제대로 성

능을 발휘할 수 없다면 시험결과 역시 신뢰할 수 없게 된다.

NIC의 성능에 영향을 주는 요소로는 CPU의 처리능력, RAM의 크기, 시스템 버스의 클럭 속도 등이 있다. NIC의 성능을 시험하기 위해서는 대량의 데이터를 생성하여 전송해야 하기 때문에 RAM의 용량이 충분히 커야 한다. RAM의 용량이 작아도 HDD에 파일을 생성하여 파일로 전송하면 된다고 생각할 수도 있지만 시스템 버스를 공유해야 하기 때문에 HDD를 사용할 때의 전송속도가 RAM에서 데이터를 직접 생성하여 전송하는 속도를 능가할 수 없다. 또한 RAM에서 만들어진 데이터가 NIC을 통해 네트워크에 전송되기 위해서는 시스템 버스(대개 PCI 버스)를 경유하게 된다. 따라서 시스템 버스의 클럭 속도 역시 빨라야 한다. 한 예로 100BaseT 이더넷을 지원하는 NIC을 시험하기 위해서는 100MHz의 시스템 버스를 지원하는 PC에 NIC을 장착해야 한다.

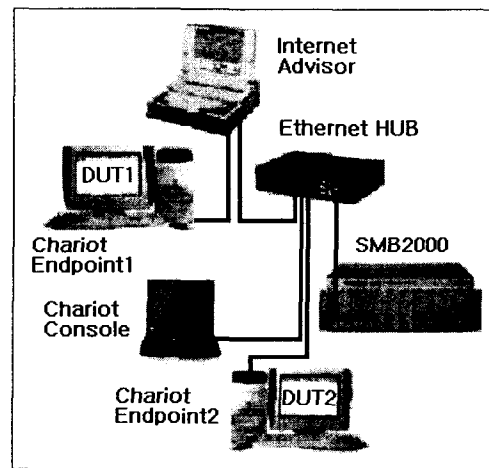


그림 1 Ethernet NIC 성능시험 환경

III. 성능시험환경

그림 1은 이더넷 NIC이 장착된 PC를 두 대 사이에 일대일 전송성능시험을 위한 시험환경을 나타낸다.

HUB는 시험대상과 시험장비들을 하나의 시험망으로 구성-최소한 4대의 장비를 연결해야 한다-하기 위해 필요하다. Chariot 콘솔은 시험항목에 따르는 명령 스크립트를 endpoint에 전송하고 endpoint들 사이에 송수신 되는 트래픽이 관한 정보(time record)를 수집한다. 여기에서 endpoint는 NIC이 장착된 PC에서 실행되는 응용프로그램으로 콘솔에서 전송 받은 스크립트에 정의되어 있는 일련의 명령을 차례로 수행하고 그 결과를 콘솔에 보고하는 일을 한다. 따라서 HUB 대신 스

위치를 사용하면 Chariot 콘솔과 endpoint사이에서 발생하는 트래픽에 의한 부하를 줄일 수가 있어 HUB를 사용할 때보다 정확한 성능시험결과를 얻을 수 있다.

Hewlett Packard사의 Internet Advisor[9,10]는 네트워크를 통해 전송되는 데이터를 모니터링하기 위해 사용한다. 이 장비는 반드시 필요한 것은 아니며 필요에 따라 사용한다.

Netcom사의 SMB2000은 원래 스위치, HUB, 라우터 등 중간연결장비(interconnection device)에 대하여, throughput, latency, frame rate, back-to-back 뿐만 아니라 forward rate, X-stream, fanout 등 다양한 종류의 성능시험을 수행하는 장비로서, PC를 기반으로 하는 이더넷 NIC의 성능시험을 수행할 때에는 네트워크에 background 트래픽 생성을 위해 사용하는데 NIC의 성능시험 시에는 Netcom 사의 ML7710이라는 10M/100M 양방향(full-duplex) 지원 카드를 장착하여 사용한다. SMB2000은 0.5%에서부터 100%까지 임의의 트래픽을 생성하여 네트워크에 전송할 수 있다.

그림 1은 유선 LAN adaptor의 성능시험 환경을 나타낸다. NIC이 장착된 두 대 이상의 PC간에 커넥션을 설정하고 데이터를 송수신하도록 구성하여 그 성능을 측정하게 된다. 이 경우 DUT를 장착한 PC는 모두 시험대상인 NIC이 지원하는 최대의 전송률을 증가하는 성능을 보장하여야 한다. 예를 들면 100BaseT 이더넷 카드의 성능을 시험하고자 하는 경우 PC는 100Mbps의 데이터를 시스템 버스를 통해 이더넷 카드까지 전송할 수 있어야 한다.

그림 2는 무선 LAN adaptor의 성능시험 환경을 나타낸다. 무선 LAN adaptor는 유선 LAN adaptor와는 달리 일종의 무선 LAN용 HUB인 access point를 통해 유선망에 연결된다.

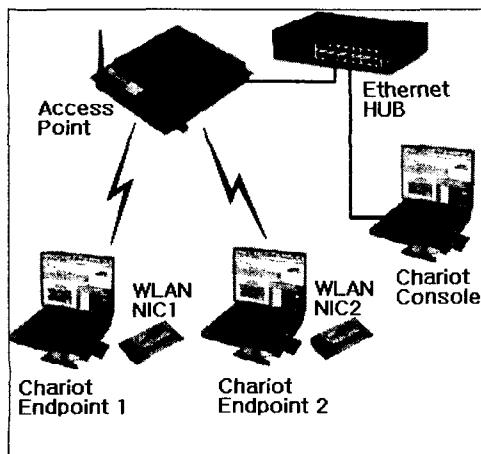


그림 2 WLAN 성능시험 환경

그림 1의 시험환경에서 유선 NIC이 장착된 PC를 3대 이상 사용할 수도 있는데 하나의 PC에 대하여 나머지 모든 PC에서 커넥션을 설정하고 데이터를 전송하도록 구성을 한다.

일반적으로 유선 LAN adaptor 성능시험의 경우에는 throughput과 latency가 주요 성능시험항목이 되지만 무선 LAN의 경우에는 무선이라는 특성 때문에 시험항목이 더 많아진다.

무선 LAN의 성능시험에서 측정해야 하는 시험 항목을 예를 들면 다음과 같다.

- 1) Throughput - 두 대 이상의 IUT가 access point를 통하여 송수신하는 데이터 전송률
- 2) ad-hoc throughput - 두 대의 IUT가 access point 없이 직접 송수신하는 데이터 전송률
- 3) 고정 단말과의 throughput - IUT가 유선 NIC이 장착된 고정단말과 송수신하는 데이터 전송률
- 4) Latency - throughput과 마찬가지로 위의 세 가지 경우에 대하여 측정한다.
- 5) 두 대 이상의 access point간에 hand-over가 일어날 때의 throughput
- 6) IUT와 access point와의 거리변화에 따른 throughput 및 오류 없이 통신하는 최대 거리
- 7) 보안 기능을 작동시켰을 때의 throughput의 변화
- 8) Load(사용자)에 따른 throughput의 변화
- 9) 두 대 이상의 IUT가 동일한 access point와 통신할 경우 인접 channel 사용 시 channel 간섭에 의한 throughput의 변화

Chariot은 콘솔과 endpoint 프로그램으로 구성되어 있다. endpoint는 모든 시험대상 NIC이 장착된 PC에 설치되고 한 쌍의 endpoint에 하나 이상의 port-pair를 설정하여 데이터를 송수신하게 된다. Chariot은 다음과 같은 절차에 의해 시험을 수행한다.

- 1) 콘솔은 endpoint에 실행하고자 하는 application script를 전송한다.
- 2) Endpoint는 콘솔로부터 받은 스크립트의 반응을 보관하고 나머지 반응을 자신과 port-pair로 구성된 상대 endpoint에 전달한다.
- 3) endpoint는 콘솔의 실행명령과 함께 전송 받은 Script에 따라 트래픽을 발생시키고 그 결과를 콘솔에게 전송한다.

IV. 성능시험 리포트

NIC 성능시험 리포트는 이더넷 NIC의 성능시험결과를 기록한 문서로, 주어진 시험환경에서 수행한 시험결과를 시험 의뢰자에게 보고하게 된다.

성능시험 리포트에는 시험에 시험 소프트웨어와 시험장비, 그리고 사용된 PC 등 모든 시험환경에 대하여 기술하여야 한다. 또한 시험 대상이 되는 NIC의 제품 정보를 명시하여야 한다.

성능시험 리포트에 포함되어야 하는 항목들을 정리하면 다음과 같다.

- **개요:** 의뢰자가 요구내용과 이 보고서가 포함하는 항목, 그리고 시험 수행 기간 등을 명시한다.
- **성능시험결과:** 각 시험항목에 대한 시험결과를 기술한다. OS, 패킷 크기, 또는 background 트래픽의 변화에 따른 각각에 결과를 상세히 기술하여 의뢰자가 결과를 쉽게 이해할 수 있도록 한다.
- **시험대상:** 시험대상이 되는 NIC에 대하여 기본적으로 제조사와 모델명 및 펌웨어 버전을 명시하고 NIC의 기능과 NIC이 사용될 수 있는 시스템 요구사항 등 NIC의 제품 규격을 명시한다.
- **HUB:** 시험에서의 HUB의 사용 목적과 사용된 HUB 자체에 대한 정보(제조회사, 모델명, H/W 버전과 기능 등)를 명시하고 가능하면 공인된 시험기관으로부터 인증 받은 성능을 기술하여 시험 의뢰자로 하여금 시험환경에 대한 오해가 발생하지 않도록 해야 한다.
- **PC:** NIC의 성능에 영향을 줄 수 있는 PC의 모든 정보를 기술한다. 여기에는 CPU 종류 및 클럭 속도, RAM 크기, 시스템 버스의 클럭 속도 등이 포함되어야 하고 PC에 설치된 OS의 종류와 버전 등을 명시하여야 한다. 또한 NIC의 해당 OS용 디바이스 드라이버에 대한 정보도 명시해야 한다.
- **시험 소프트웨어:** 시험에 사용된 소프트웨어 (Chariot 등)에 대하여 제조회사, 소프트웨어 명, 그리고 버전을 명시하여야 한다.
- **시험장비(SMB2000):** background 트래픽을 위해 사용한 SMB2000의 제품의 규격과 성능 및 본 시험에서의 SMB2000의 용도에 대해 기술한다.
- **기타 장비:** Internet Advisor를 모니터링에 사용한 경우 이 장비에 대한 규격을 명시하여야 한다.

V. 결론

본 논문에서는 이더넷 NIC의 성능 시험을 위한 요구사항을 분석하고 성능시험을 위한 시험환경, 그리고 일반 사용자를 위해 성능시험 리포트에 명시되어야 하는 항목들을 분석하였다. 본 논문에서 제시한 시험환경은 ETRI에서 구축하고 있는 시험환경을 기초로 하였다.

이더넷 NIC에 대한 성능시험은 대부분 PC에 장착되

어 단말장치로 사용되기 때문에 독립적으로 사용되는 스위치나 HUB와 비교할 때 NIC의 주변 환경으로부터 상당한 영향을 받게 된다.

이더넷 NIC의 성능시험을 위한 시험환경을 구축할 때에는 시험하고자 하는 시험대상인 NIC의 종류 (10BaseT, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 2Mbps WLAN, 11Mbps WLAN 등)에 따라 NIC이 지원할 수 있는 최대 전송률을 기준으로 할 때, 그 이상의 전송률을 지원할 수 있는 장비(PC와 HUB 또는 스위치)로 시험환경을 구축해야 한다.

성능시험 결과보고서에는 PC의 성능(운영체제, CPU, RAM, 버스 클럭 등), HUB 또는 스위치에 대하여 NIC의 성능에 영향을 줄 수 있는 모든 항목(S/W 버전, OS 버전, H/W 버전도 포함)에 대한 정보를 명시하여 리포트를 바탕으로 시험을 반복했을 때 동일한 시험결과가 나올 수 있어야 한다.

무엇보다 중요한 것은 리포트를 체계적이고 일목요연하게 기술함으로써 리포트를 보는 사람으로 하여금 성능시험결과가 쉽고 명확하게 이해될 수 있도록 기술해야 한다.

참고문헌

- [1] S. Bradner, Benchmarking Terminology for Network Interconnection Devices, IETF RFC 1242, 1991
- [2] S. Bradner, J. McQuaid, Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices, IETF RFC 1944, 1996
- [3] S. Bradner, J. McQuaid, , Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices, IETF RFC 2544, 1999
- [4] Ganymede Software, Chariot User Guide, version 3.1. 1999, <http://www.ganymede.com/>
- [5] Ganymede Software, Performance Endpoints, version 3.3, 1999
- [6] Ganymede Software, Messages and Application Scripts for Chariot 3.1, 1999
- [7] Netcom Systems Inc., SmartBits2000 Press Release, <http://www.netcomsystems.com/>, 1999
- [8] Netcom Systems Inc., SmartWindow User Guide, 1999
- [9] Hewlett Packard, Internet Advisor LAN - Product Overview, 1999
- [10] Hewlett Packard, Internet Advisor - LAN in Windows User's Guide, 1999