

# NGN 환경에 적합한 단대단 성능평가 방법

정희원 남 창 섭\*, 김 형 수\*, 김 남\*\*, 전 흥 범\*

## The End-to-end Performance Evaluation Method on Next Generation Network

Chang-Sup Nam\*, Hyung-Soo Kim\*, Nam Kim\*\*, Hong-Beom Jeon\* *Regular Members*

요 약

NGN(Next Generation Network)이 약속하는 다양한 기능과 서비스가 제공될 수 있는가를 시험하고 평가하기 위해 평가방법이 필요하며 시험 대상 장치의 구성, 성능평가대상, 시험에 필요한 트래픽의 특성 등에 대한 개발이 요구되고 있다. 그간 IP패킷 성능평가방법으로 시뮬레이션(simulation)방법과 분석적 모델링(analytical modeling)방법 등 많은 연구가 수행되어 왔지만 아직까지 미흡한 실정이다. 본 논문은 NGN 통신망에 대하여 실제 운용환경과 유사한 조건을 만족시키고, 객관적이고 신뢰성 있는 성능 평가 방법을 도출하여 제시하였다. 이를 위해 시험용 트래픽(Test Traffic)과 백그라운드 트래픽(Background Traffic)을 개발하였고, IP 통신망과 동일한 장비로 구축된 시험망을 구성하여 NGN 서비스 특성을 고려한 대역폭, 패킷사이즈별로 성능평가를 수행하였다. 제안된 평가방법을 통해, 지연(Delay), 지연변이(Jitter) 손실(Loss)등의 성능평가결과를 기존의 평가방법의 결과와 비교하였을 때 제안된 평가방법이 단대단NGN 통신망의 성능평가방법으로 우수함을 입증하였다.

**Key Words** : NGN, QoS, Network Performance, Performance Evaluation Method

### ABSTRACT

In order to test and evaluate the various functions and services of NGN would be promised, a specified methodology is needed and a development for the identification of testing object, configuration and test traffic are required. Simulation and analytical modeling methodshave used for IP performance testing, but further study issue still remains.

This paper proposes new evaluation methodology to achieve an objective approach rather than a subjective and isolated, based on the real-field environment, for NGN network. For this purpose, background traffic pattern to interfere test traffic was specified and it was tested in actual NGN testbed with systems having NGN technology, such as per bandwidth and packet size. The results shows the suggested methodology is appropriate, comparing with parameters which are Delay, Jitter and Loss the current approach for the end-to-end performance evaluation on NGN.

### I. 서 론

1990년대 중반 이후 향후의 전기통신망에 대한 다양한 서비스 요구를 충족시킬 수 있는 새로운 기

술들이 급속히 발전하기 시작하였으며, 특히 IP 기술의 발전은 다양한 형태의 서비스 제공이 가능한 NGN(Next Generation Network) 출현의 주요한 배경이 되었다고 할 수 있다. NGN의 특징은 다양한

\* KT 사업개발부문 사업개발담당 (csnam@kt.co.kr), \*\* 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 (namkim@cbnu.ac.kr)  
논문번호 : KICS2006-09-381, 접수일자 : 2006년 9월 15일, 최종논문접수일자 : 2006년 10월 17일

기술로 제공되는 하부 통신망에 의한 품질 보장형 트래픽 전달로 요약될 수 있다. 따라서 구현된 통신 환경이 다양한 초고속 서비스의 품질을 효율적으로 제공하기 위한 NGN의 기본 능력에 적합한가를 확인하여야 하고 이를 위해서는 그에 합당한 시험 및 검증이 필수적이다. 본 논문에서 이러한 NGN에 대한 평가방법을 제안하였으며 시험구성, 성능평가대상, 시험트래픽에 대해 상세히 기술한다. 먼저 평가하고자 하는 NGN 통신망의 시험구성은 프랑스의 ENL(European Network Laboratory)과 국내 한국전자통신연구원(ETRI)에서 수행한 측정방법을 참고로 하여 새로이 구성, 제안하였다<sup>[1][2]</sup>. 성능 평가 대상은 KT 매가패스(Megapass)를 비롯한 다양한 인터넷 접속서비스 제공을 위해 운용되는 통신망과 동일한 장비/구조로 구축된 시험망을 대상으로 하였으며, 단순 트래픽의 전달만이 주로 행해지는 백본망 보다는 트래픽의 집선과 분리가 활발히 이루어지는 액세스망을 대상으로 하였다. 그리고 시험트래픽으로는 테스트트래픽과 백그라운드트래픽을 제안하여 시험대상 경로를 통해 직접적으로 겪는 성능저하와 테스트트래픽이 실제 상황과 가장 유사하게 간섭을 겪도록 그 트래픽 특성을 정의하였다.

본 논문에서 제시된 평가방법이 NGN 통신망에서의 성능 측정을 보다 효율적으로 평가할 수 있는 방법임을 제시하였고 성능평가결과를 기존 평가방법 결과와 비교하여 제안된 평가방법이 NGN 통신망의 평가방법으로 보다 적합함을 입증하였다. 논문의 구성은 II장에서는 관련연구를, III장에서는 성능평가 방법의 제안, IV장에서는 제안된 평가방법에 의한 평가 및 고찰 마지막으로 V장에서는 논문의 결론을 맺는다.

## II. 관련연구

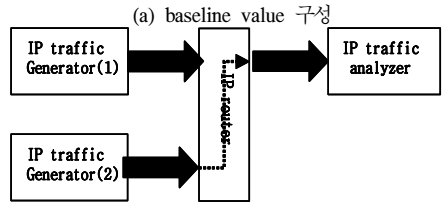
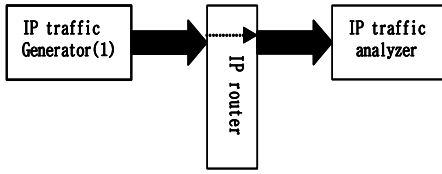
NGN에서의 전달망 기술은 다양한 속도와 용량의 서비스를 고품질로 제공하기 위한 기술이므로, 그 제공 성능 및 품질을 평가하기 위해서는 신뢰성 있는 방법론이 개발되어야 한다. 이를 위해 먼저 시험 평가 대상의 규정이 필요한데, NGN과 같이 다양한 통신망과 전달기술로 구성된 환경에서는 더욱 그러하다. ATM, 프레임릴레이(Frame Relay), 이더넷(Ethernet), SDH(Synchronous Digital Hierarchy), IP등의 유선통신망 기술과 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System), CDMA(code division multiple access), GSM(Global System for Mobile

communication)등의 무선통신망 기술, 또한 CATV (cable Television), 위성통신등의 방송망 기술이 혼재된 NGN에서는 그 어려움이 더욱 크다<sup>[3][4]</sup>. 그러나 NGN의 가장 기본이 되는 기술/프로토콜은 IP로서 위에 언급된 다양한 통신망과 기술은 이를 전달하기 위한 하부구조를 구성하고 있다. 따라서 IP 트래픽에 대한 성능 평가는 그 하부통신망의 특성과 무관하게 NGN에서 제공되는 서비스의 성능과 품질을 평가하는 기본이 되는 것이다<sup>[5][6]</sup>. 그간 IP 트래픽에 대한 시뮬레이션(simulation)방법과 분석적 모델링(analytical modeling)방법 등을 통한 많은 연구들이 수행되어 왔지만 아직까지 미흡한 실정이다.

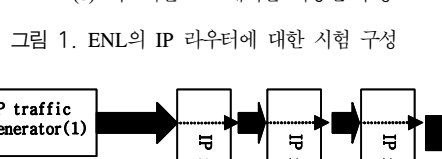
또한 몇몇 국제표준에서는 성능 평가를 위한 다양한 연구들이 진행되었으나, ITU에서는 주로 네트워크 장비내의 OAM 기능에 의한 방법론을, IETF에서는 네트워크 장비의 성능을 서로 비교하기 위한 벤치마킹 방법을 서술하고 있어, 통신망이 자체적으로 제공하는 성능을 객관적으로 평가할 수는 없는 상황이다<sup>[7][8]</sup>.

그림 1 (a)는 IP 트래픽 생성 장치와 분석 장치간에 하나의 IP 경로를 설정하여 기본적인 IP 패킷 전달 성능을 평가하기 위한 베이스라인(baseline value) 측정방법을 제시하고 있다. 여기에서 측정된 성능은 다른 시험 구성에 따른 성능과 비교하여 상대적인 성능 저하의 정도를 평가하기 위한 기반을 제공한다. 이러한 시험 구성들은 단일 IP 장치에 대해 적용하기에는 적합하나 통신망을 구성하는 특정 IP 경로에 대해서는 무리가 있다. 즉 상세한 경로 구성이나 각 경로의 특성을 확인하는 것은 불가능하다. 반면에 그림 1 (b)에 나타난 IP 라우터에 대한 시험 구성은 프랑스의 ENL 에서 수행한 것으로 경로 구성과 각 경로의 특성을 비교적 상세히 확인이 가능함을 보여주고 있다.<sup>[1]</sup> 또한 설정된 시험용 경로에 대해 다른 입력단에서 동일한 출력단으로 IP 트래픽이 전달되는 IP 경로를 설정한다. 시험용 경로에 의해 전달되는 트래픽은 추가로 설정된 경로에 의해 전달되는 트래픽에 의해 간섭을 겪게 되는데 이는 IP의 특성인 통계적 다중화를 경험케 하여 성능의 저하를 발생시킨다.

한편 그림 2는 여러 개의 IP 라우터로 이루어진 통신망에 대해 성능을 평가하기 위해 ETRI에서 제안되었던 시험구성을 보여주고 있다<sup>[2]</sup>. IP 트래픽 생성장치에서 생겨난 IP 트래픽은 IP 통신망을 구성하는 각 IP 라우터의 입력단으로 입력되어 내부의 교환 소자를 거쳐 출력단으로 출력됨으로써 IP



(a) baseline value 구성



(b) 백그라운드 트래픽을 이용한 구성

그림 1. ENL의 IP 라우터에 대한 시험 구성

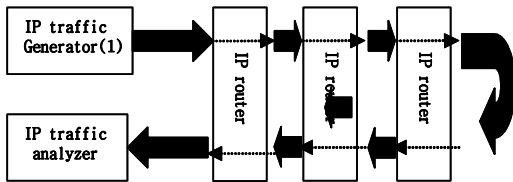


그림 2. ETRI의 IP 통신망에 대한 시험 구성

라우터의 처리기능이 제공하는 성능을 평가하게 된다. 이와 같이 그림 1에 나타난 IP 라우터에 대한 성능 시험 구성은 IP 통계적 다중화에 따른 성능 저하 특성을 평가할 수 있는 구성을 제공하고 있지만 단일 장치에 한정된 특성을 보여주고 있으며, 그림 2에 표현된 IP 통신망에 대한 성능 시험 구성은 중단간 경로에 대한 성능 특성을 평가할 수는 있지만 IP 통계적 다중화에 따른 성능 저하 특성을 평가하는 것은 불가능하다.

### III. 성능평가방법의 제안

#### 3.1 구성

IP 통신망에 대한 중단간 경로에 대한 성능과 통계적 다중화에 따른 성능저하 특성을 평가할 수 있는 평가방법으로 그림 1과 그림 2의 장점만을 취합하여 그림 3과 같은 성능 평가 구성을 제안한다.

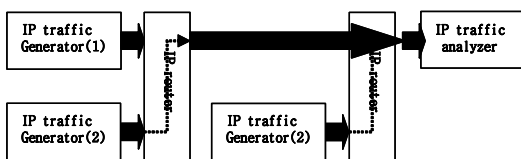


그림 3. IP 통신망에 대한 시험 구성 제안

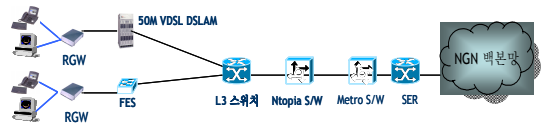


그림 4. 시험 대상 및 경로

IP 통신망을 구성하고 있는 IP 라우터를 관통하는 IP 시험 경로를 설정하여 시험용 트래픽을 IP 트래픽 생성장치에서 IP 트래픽 분석장치로 전달되도록 구성한다. 시험용 경로에 대해 간섭을 일으키기 위한 경로를 구성하되 시험용 트래픽이 입력되는 입력단과는 다른 입력단으로 입력하여 시험용 트래픽이 출력되는 출력단과 동일한 곳으로 출력한다. 새로운 간섭용 트래픽들이 다른 입력단에서 입력되어 다시 동일한 출력단으로 전송된다. 이와 같은 시험 구성을 사용함으로써 실제 IP 통신망 환경에서 운용되는 트래픽의 특성과 유사한 조건을 제공할 수가 있으며, 그간의 단점을 보완할 수가 있다.

#### 3.2 성능평가 대상

본 논문에서 평가하고자 하는 시험 대상은 그림 4와 같다. 즉 가정내 컴퓨터를 직접적으로 연결하는 xDSL 모뎀과 코넷(KORNET) 백본망 사이의 접속 라우터 및 시스템간에 트래픽 접속/배분을 담당하는 L2 스위치와 L3 라우터로 구성된 액세스망이 그 대상이다. 트래픽의 집선과 분리가 활발히 이루어져 지연 및 손실, 에러등과 관련 파라미터 변화를 쉽게 확인할 수 있는 액세스망 환경에서 시험을 진행하는 것은 NGN 통신망에서의 성능을 확인하는 효율적 방안이다.

또한 NGN 환경의 특징인 다양한 이기종 통신망을 구성하기에도 액세스망이 유리한 이유도 존재한다. 즉 대부분 대형 라우터로 구성된 백본망에서는 대용량 링크와 라우터의 고성능으로 인해 성능 저하의 요소가 거의 발생하지 않는다.

시험망을 구성하고 있는 FES (Fast Ethernet Switch), 50M VDSL(very high-data rate digital subscriber line), DSLAM(Digital Subscriber Line Access Multiplexer)은 초고속의 인터넷 접속 서비스를 제공하기 위한 가입자측 인접 장비로서, xDSL 모뎀 혹은 RGW(residential gateway)가 직접 연결되어 있다. 단지 NGN 환경에서 품질 보장형 서비스를 제공하기 위한 L2 계층을 우선순위로 처리 기능을 추가한 것이 차이점이다. L3 스위치는 일반적으로 이더넷 기반의 스위칭을 처리하는 장비로 알려져 있으나, 본 장비는 L3 라우팅 기능도 함께 제공

할 수 있다. 따라서 L2 우선순위 처리 기능뿐만 아니라, L3 우선순위 기능도 제공하고 있다. Ntopia 스위치는 L3 스위치를 통해 집선된 가입자 트래픽을 다시 한번 집선하는 장비로서 L3 스위치에 비해서는 넓은 범위를 그러나 메트로(Metro)스위치에 비해서는 상대적으로 좁은 범위를 담당하고 있다. 역시 L2/L3 우선순위 처리를 제공하고 있다. 메트로스위치는 트래픽 집선/배분을 위한 가장 상위의 장비로서 광범위한 범위를 담당하고 있는 대용량 이더넷 스위치이다. 따라서 본 논문에서는 계층 2를 구성하는 이더넷 스위치와 계층 3을 제공하는 라우터 장비로 구성된 액세스망에 대해 그 평가를 수행한다.

### 3.3 성능 시험용 트래픽

성능 평가 대상과 성능 시험 구성의 제안에 이어 더욱 중요한 것은 성능 시험용 트래픽을 규정하는 것이다. 본 논문에서는 테스트 트래픽과 백그라운드 트래픽에 대해서 각각 제안하며 테스트 트래픽은 시험 대상 경로를 통해 직접적으로 겪은 성능 저하를 그리고 백그라운드 트래픽은 실제 상황과 가장 유사하게 간섭을 겪도록 그 특성을 정의한다.

#### 3.3.1 테스트 트래픽의 제안

트래픽 생성장치에서 발생시키는 모든 테스트 트래픽은 IPDV(IP delay variation)등과 같은 성능측정의 정확성을 기하기 위해 등간격(same interval)을 유지한 상태에서 패킷의 크기와 대역폭의 범위를 변화시킨다<sup>[6]</sup>. IPDV는 지연불연속성(skewness)으로 알려진 불일치로 인해 음성과 영상 서비스의 제공에 큰 영향을 끼치게 되고, 시그널링을 이용한 경로 설정과 흐름제어 메시지의 지연으로 망의 운용에도 상당한 영향을 끼치게 된다. 대역폭은 NGN에서 제공될 수 있는 다양한 서비스의 특성을 감안하여, 세 종류의 대역폭을 이용한다. 음성과 같은 저속의 트래픽을 위해 500 kbps의 대역폭, 저품질 영상을 위한 2 Mbps 대역폭, 고품질 영상을 위한 10 Mbps의 세가지 종류의 테스트 트래픽이 이용된다. 한편 패킷 사이즈에 대한 고려도 이루어져야 한다. 즉 NGN 환경에서의 다양한 서비스들은 그 고유의 특성에 따라 다양한 사이즈의 패킷에 의해 전달되게 되는데 게임에서의 명령어와 같은 작은 사이즈의 64 bytes에서부터 대용량 전송을 위한 1500 bytes 사이즈까지 다양한 크기의 패킷이 이용되어야 한다. 마지막으로 서비스 품질에 직접적인 영향을 반영할 수 있는 성능측정 파라미터가 고려되어야 하는데 IP

표 1. 테스트트래픽의 특성

적용방향	파라미터	특 성	시험장치
UNI ⇄ NNI	대역폭	500kbps, 2Mbps, 10Mbps	ANT20
	패킷사이즈	64,512,1500 bytes	
	성능측정값	Packet Delay, Delay Variation, Loss Ratio	

통신망을 구성하는 노드의 수와 링크의 길이에 의존적인 패킷 전달 지연(packet transfer delay)과 패킷 전달 지연변이(packet transfer delay variation) 그리고 손실율을 평가하고자 한다. 액세스망의 특성 중의 하나인 트래픽 집선/배분 기능을 감안하여, 두 가지 방향의 적용이 가능하나 테스트 트래픽은 단지 그 성능 평가의 대상으로서 의미를 갖기 때문에 적용방향에 대한 구분은 무의미하다. 따라서 양방향 모두 동일한 테스트 트래픽을 적용한다. 아래의 표는 본 평가에 사용된 테스트 트래픽의 특성을 보여 준다.

#### 3.3.2 백그라운드 트래픽의 제안

등간격을 유지한 트래픽으로 정의된 테스트 트래픽과는 달리 백그라운드 트래픽은 실제 운용 환경과 유사한 조건을 갖추어야 한다. 액세스망의 특성 중의 하나인 트래픽 집선/배분 기능을 감안하여, 두 가지 방향의 적용이 가능하다. 즉 UNI측은 다양한 가입자로부터의 트래픽을 NNI측으로 집선하는 특성을 갖고 있으며, 반면에 NNI측으로부터의 트래픽은 적합한 UNI측 가입자에게 배분되어야 한다. 따라서 이와같은 트래픽 운용 상황을 고려하여 서로 다른 트래픽 생성이 필요하다.

##### A. UNI ⇒ NNI 트래픽

먼저 UNI측에서 NNI측으로 향하는 백그라운드 트래픽의 대역폭 특성은 UNI측 가입자 인터페이스에서 제공되는 허용 대역폭을 기준으로 두 종류의 대역폭을 이용한다. 일반적인 저속의 이더넷(Ethernet) 인터페이스를 고려한 10 Mbps와 고속의 이더넷 인터페이스를 고려한 100 Mbps의 대역폭이 이용되며, IP 플로우 자체의 집선 특성보다는 인터페이스간 집선 특성이 성능 저하에 우선적으로 영향을 끼치는 점을 고려하여 각 인터페이스별 백그라운드트래픽은 단일 플로우로 구성된다. 한편 패킷 사이즈에 대해서는 상기와 같이 NGN 환경에서의 다양한 서비스들을 위한 다양한 사이즈의 패킷에

의해 전달되게 되는데 현재 KT 코넷망의 측정 결과를 감안하여 각 사이즈별로 4:2:4의 비율로 혼합된 형태의 트래픽을 활용한다. 성능 측정을 위한 파라미터에 대한 고려는 본 백그라운드 트래픽에서는 이용되지 않는데, 그 이유는 백그라운드 트래픽은 직접적인 측정을 통한 평가의 대상에서 제외되기 때문이다. 즉 테스트 트래픽에 대해 실제적인 트래픽 운용이 끼치는 영향을 적용하기 위한 역할만을 수행하기 때문이다. 마지막으로 NNI 인터페이스의 허용 대역폭에 비례한 UNI 트래픽의 총 용량이 정의되어야 한다. 즉 일반적인 트래픽 운용상황과 트래픽 폭주 상황에서의 성능 평가를 수행하기 위해, NNI 인터페이스의 허용 대역폭 대비 적은 용량과 초과 용량을 백그라운드 트래픽의 특성으로 규정한다.

**B. NNI ⇒ UNI 트래픽**

먼저 NNI측에서 UNI측으로 향하는 백그라운드 트래픽의 대역폭 특성은 NNI측 망 인터페이스에서 제공되는 허용 대역폭을 기준으로 두 종류의 대역폭을 이용한다. 일반적인 고속의 이더넷 인터페이스를 고려한 100 Mbps와 초고속의 이더넷 인터페이스를 고려한 1 Gbps의 대역폭이 이용되며, UNI측 인터페이스로 트래픽이 분배되는 상황을 감안하여 1/n (n은 UNI 인터페이스의 수)의 대역폭 용량과 n개의 플로우로 구성된 트래픽을 생성한다. 한편 패킷 사이즈에 대한 고려와 그 비율 그리고 성능 측정을 위한 파라미터에 대해서는 UNI ⇒ NNI 트래픽과 동일하다. 아래의 표는 본 평가에 사용된 백그라운드 트래픽의 특성을 보여준다.

표 2. 백그라운드 트래픽의 특성

적용 방향	파라미터	특 성	시험장치
UNI ⇒ NNI	대역폭	10 Mbps 및 100 Mbps(단일플로우)	AXE 1000
	패킷 사이즈	64:512:1500 = 4:2:4 비율	
	UNI 트래픽양	case 1 : NNI 측 총 가용대역폭 이하 case 2 : NNI 측 총 가용대역폭 이상	
NNI ⇒ UNI	대역폭	100 Mbps/ 1 Gbps(장비별설정)	
	패킷 사이즈	64:512:1500 = 4:2:4 비율	
	NNI 트래픽양	NNI대비 1/n 용량의 플로우 n개 (n=UNI인터페이스수)	

**IV. 평가 및 고찰**

**4.1 구조 및 구성**

본 고에서는 먼저 NGN을 구성하고 있는 단일장비에 대한 성능평가방법의 적합성을 시험을 통해 도출한다. 그리고 NGN 단대단(end-to-end) 환경에서 의 IP 플로우에 대한 IP 패킷 전달 성능을 시험하며 이를 통해 NGN 환경에 적합한 최적의 평가방법을 제안한다. 단일장비에 대한 평가결과는 유사하므로 대표적으로 FES 장비만을 기술한다.

**4.2 NGN을 구성하고 있는 각 장비에 대한 시험**

**4.2.1 베이스라인(Baseline) 방식의 평가방법**

ENL에서 제안된 베이스라인 평가방법은 장비/통신망의 기본적인 전달 능력을 평가하는데 유용하다. 본 평가방법을 수행하기 위해 그림5 (a)와 같은 구성의 장비를 이용하였다. 가입자 측에서 망측으로 향하는 UNI->NNI 방향의 시험과 망 측에서 가입자측으로 향하는 NNI->UNI 방향 모두 표 1에서와 같은 대역폭과 패킷사이즈로 구성하였다.

그림6 (a)에 나타난 성능평가결과중 평균 지연 성능을 보면, 대역폭의 차이는 속도에 있어서 별 차이를 보여주지 않고 있다. 반면 동일 대역폭별에서, 패킷크기가 증가함에 따라 지연이 점차 증가하는 것을 확인할 수 있다. 한편 본 시험은 양방향 100 Mbps의 인터페이스 용량을 지닌 장비를 대상으로 구성하였기 때문에, 현저히 작은 용량의 시험용 트래픽 대역폭으로 인해 패킷 손실은 유발하지는 않았다. 이는 장비내 테스트 트래픽의 양이 지연변이와 손실을 발생시킬 만한 간섭을 받지 않았기 때문이다.

**4.2.2 QoS off/on 스트레스(Stress) 방식의 평가방법**

본 시험 방법은 베이스라인 평가방법에 대해 백그라운드 트래픽을 활용하는 방법과 그 상황에서 테스트트래픽에 우선순위를 적용하는 시험방법이다. 이는 실제 운용환경에서의 성능 평가와 유사한 상황을 유발하기 위해, 시험용 트래픽이 겪게 되는 성능 저하 요인과 NGN이 품질보장형서비스가 가능하도록 우선순위(Priority)를 적용하는 시험방법이다 [7][10]. Best efforts 기반의 전통적인 인터넷과 달리 NGN에서는 품질 보장형 서비스를 위해 다양한 QoS 기술을 적용하고 있다. 대표적으로 대역폭 보장 (Bandwidth Reservation) 기법과 우선순위 제어 (Priority Control) 기법이 있는데, 대역폭 보장을 위

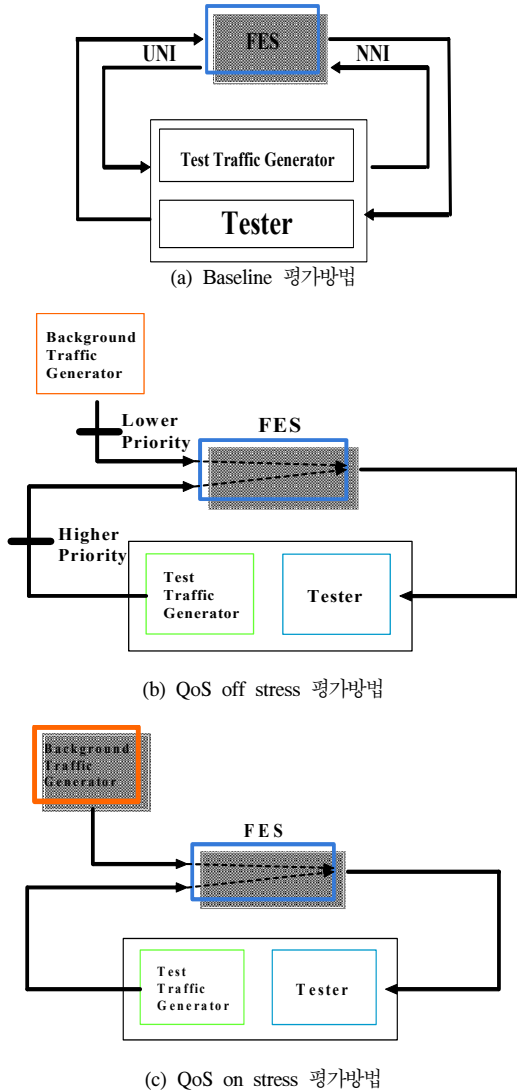
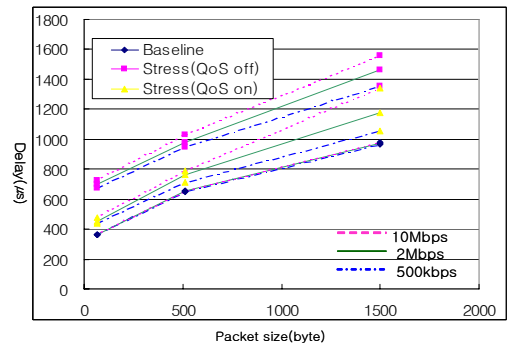


그림 5. NGN을 구성하는 각장비에 대한 시험

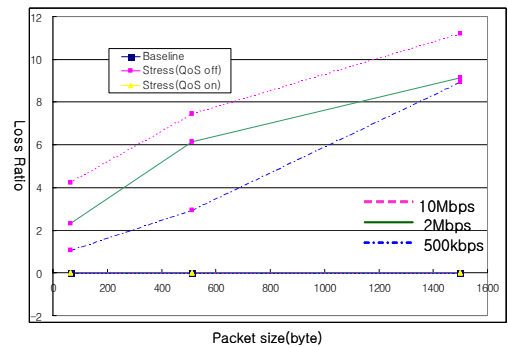
한 호 처리 기술은 실제 통신망에서 구현하기에는 그 기술개발의 수준이 미흡한 현실이다. 따라서 본 고에서는 우선순위 제어를 활용한 QoS 기능을 적용함으로써 QoS on/off의 평가 항목을 분류하였다<sup>[11]</sup>.

그림5 (b)와 그림5 (c)는 각 시험구성도이다. QoS off 스트레스 평가방법에서는 대역폭별로 패킷 크기가 증가함에 따라 지연 및 지연변이가 그림6 (a)에 나타난 것 처럼 베이스라인 평가방법보다 점차 증가함을 알 수 있다. 이는 입력 트래픽 (시험용 + 백그라운드)의 처리 과정에서 생긴 추가 지연으로 예측된다. 그리고 세종류의 대역폭 및 패킷사이즈에 대해 그림6 (b)와 같이 모두 패킷 손실을 나

타내는데 이는 트래픽의 과도한 진입으로 인해 발생하는 패킷 손실 특성으로 볼 수 있다. 그러나 패킷 손실율이 상당히 발생하였음에도 불구하고 그 변화 패턴은 특별한 형태를 보여주지는 않는다. 그리고 QoS on 스트레스 평가방법에서는 지연 및 지연변이가 QoS off 스트레스 방법에 비해 모두 감소하였다. 또한 그림6 (b)와 같이 패킷손실율이 전혀 발생하지 않았는데 이는 모두 우선순위에 처리 기능에 의한 테스트트래픽의 우선처리에 기인한다. 따라서 QoS off 스트레스 평가방법과 QoS on 스트레스 평가방법을 비교해 보았을 때, 실제 NGN 환경에서와 같은 백그라운드 트래픽의 추가에도 불구하고 품질보장형 서비스제공이 가능함을 확인시켜준다. 따라서 NGN 환경에서 지연뿐 아니라 지연변이 및 손실에 대한 장비의 처리능력을 평가하는데는 QoS on 스트레스 방식이 더 유용함을 확인 할 수 있다.



(a) delay



(b) loss ratio

그림 6. FES에 대한 베이스라인(Baseline) 및 스트레스(Stress : QoS on/off)시험방법 평가결과

#### 4.3 NGN을 구성하는 단대단(end-to-end) 플로우에 대한 시험

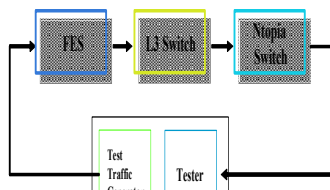
지금까지 기술한 평가방법은 단일장비별로 성능

을 평가한 것으로 실제 최종사용자(End User)가 NGN을 이용하는 환경과는 전혀 다른 시험환경이다. 최종사용자가 실제 NGN서비스를 받는 환경은 단대단 환경에서 평가함이 실제 이용환경을 반영한 시험방법이다. 따라서 본장에서는 ETRI에서 제안한 단대단 시험평가 방법과 백그라운드 트래픽을 발생시키는 방법에 추가적으로 테스트 트래픽에 우선순위를 적용하는 평가로 실제 환경과 가장 근접한 시험평가를 수행하였다.

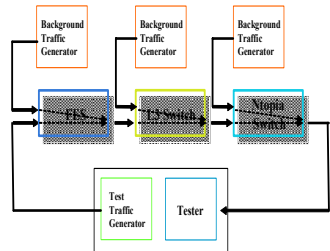
본 시험구성은 실제 KT Megapass 통신망 구성과 같이 FES-L2 Switch-Ntopia Switch의 순으로 이더넷 인터페이스를 연결하였으며, FES측 입출력단은 각각 100 Mbps, L3 스위치의 입출력단 역시 각각 100 Mbps, Ntopia 스위치의 입력단은 100 Mbps/출력단은 1 Gbps로 구성하였다.

#### 4.3.1 단대단(end-to-end) 평가방법

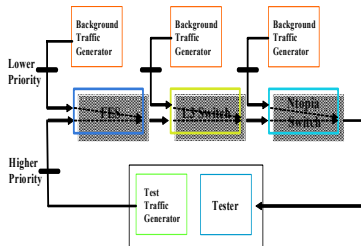
본 시험평가는 아래 그림 7 (a)에서와 같이 구성하였으며 백그라운드 트래픽(Background Traffic)없이 시험트래픽(Test Traffic)만을 발생시켰다.



(a) End-to-end 평가방법(ETRI)



(b) 단대단 QoS off 스트레스 평가방법



(c) 제안한 평가방법(QoS on)

그림 7. NGN을 구성하는 end-to-end flow에 대한 시험

평가결과는 베이스라인 평가방식의 각 장비별 지연/지연변이/손실값을 합한 값과 거의 유사함을 나타내고 있다. 그러나 개별 장비별의 지연값과 비교 시 약간의 증가치를 보이고 있다. 이 차이는 장비간의 네트워크 구성으로 인한 다소의 네트워크 지연 손실로 사료된다. 이러한 시험방법은 각 장비별로 시험하는 방법보다는 실제환경과 유사하게 만들어진 시험환경이라는 점에서는 보다 나은 시험방법임에는 틀림이 없다. 하지만 다양한 트래픽이 함께 처리되는 네트워크환경에서의 현실을 반영하여 그 통신장비와 통신망의 전반적인 전달 능력을 평가하기에는 한계가 있다.

#### 4.3.2 단대단(end-to-end)스트레스 평가방법

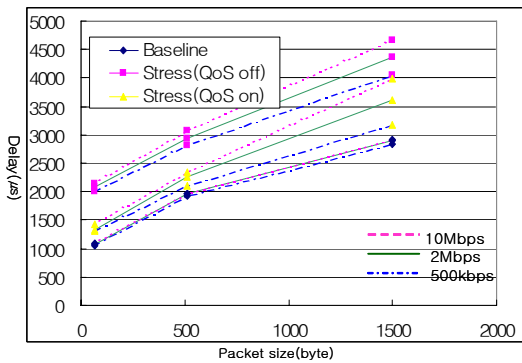
그림 7 (b)와 같은 평가방법은 최종사용자가 실제 NGN서비스를 받는 환경인 단대단 시험평가 방법과 ENL에서 제안된 스트레스 평가방법인 백그라운드 트래픽을 발생시키는 방법을 융합시킨 방법으로 시험용 트래픽이 겪게 되는 성능 저하 요인과 백그라운드 트래픽의 간섭에 의한 영향을 동시에 평가할 수 있다. 시험결과는 베이스라인 평가 방식과 단대단(End to end)평가 방식의 평가결과보다는 지연/지연변이/손실값이 증가하고 패킷사이즈가 클수록 그리고 대역폭이 증가할수록 지연값이 증가함을 볼 수 있다는 점은 동일하다. 이러한 시험방법은 실제환경과 유사하게 만들어진 시험환경이라는 점에서는 틀림이 없다. 하지만 다양한 트래픽이 함께 처리되는 네트워크환경에서의 현실을 반영하고 그 중 NGN의 특성인 우선순위에 입각한 트래픽의 우선처리를 통해 QoS를 보장하는 방식의 시험방법으로는 부족하다. 따라서 NGN환경에서의 그 통신 장비와 통신망의 전반적인 전달 능력을 평가하는데에는 또 다른 평가방법이 요구된다.

#### 4.3.3 본고에서 제안한 평가방법

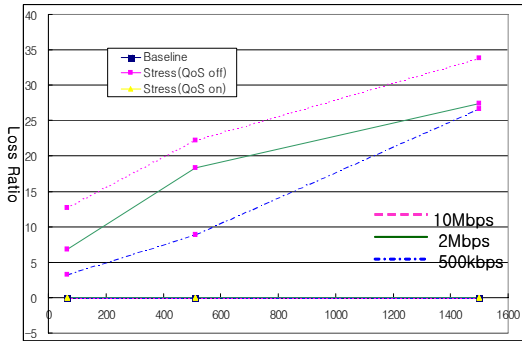
본 고에서 제안하는 우선순위처리 적용 평가방법은 베이스라인, 스트레스 평가방법과 달리 다양한 트래픽이 함께 이용되는 동시에 각 트래픽간 우선순위에 차별을 둬으로써, NGN에서의 서비스 품질 제공을 위한 통신장비와 통신망의 전반적인 전달 능력을 평가하는데 유용하다. 본 평가방법을 수행하기 위해 그림 7 (c)와 같은 구성의 장비를 이용하였으며, 단대단 스트레스 평가방법과 같은 구성을 적용하였다. 테스트 트래픽은 백그라운드 트래픽보다 우선순위가 높은 특성을 갖도록 트래픽을 생성하였



다. 아래 그림 8 은 이 방법으로 측정된 측정결과이며 단대단(End to end) 평가방식에서 백그라운드 트래픽(Background Traffic)을 생성시킨 평가결과보다는 지연/지연변이값이 감소하고 있음을 볼 수 있다. 그리고 그림 8 (b)와 같이 패킷손실율이 전혀 발생하지 않았다. 그 이유는 백그라운드 트래픽(Background Traffic)의 간섭이 존재하는 상황에서도 테스트 트래픽의 우선순위를 주어진 결과로 볼 수 있다. 이러한 시험방법이 NGN의 특성인 우선순위에 입각한 트래픽의 우선처리를 가능하게 하여 품질보장형 서비스 제공이 가능함을 확인시켜주는 시험방법으로는 적합함을 확인할 수 있었다.



(a) delay



(b) loss ratio

그림 8. End-to-end QoS on/off 스트레스 시험방법 평가결과

### V. 결론

본 고에서는 NGN에서 품질 보장형 서비스를 제공하기 위한 통신장비 및 통신망의 성능평가를 위해 새로운 성능 평가 방법을 제안하였다. 베이스라인 평가방법은 해당 장비에 대한 성능을 용이하게 평가할 수 있는 장점이 있으나, 실제 통신망 운용환

경을 고려하지 않은 상황으로 인해 NGN의 성능평가방법으로 고려되지는 않는다. ENL에서는 단순 베이스라인 평가방법을 보완하여 백그라운드 트래픽의 이용을 제안하였으며, ETRI의 평가방법은 종단간 경로에 대한 성능 특성 평가가 가능하도록 하였다. 그러나 NGN에서의 다양한 기술의 적용과 패킷 크기, 트래픽의 수, 우선순위처리의 적용, 테스트 트래픽 및 백그라운드 트래픽의 적정성 등의 요인을 고려하지 않은 이유로, 본 고에서 제안된 평가방법에 비해 그 평가방법이 적절치 않다. 본 고에서 제안된 평가방법은 현실적 네트워크환경을 반영하면서 우선순위를 적용한 평가방법으로 계층별 우선순위 처리방안의 적용, 다양한 패킷 크기 정의, 통신장비의 환경에 적합한 트래픽의 수를 산정하는 방법을 제안하였다. 그리고 지연(Delay), 지연변이(Jitter), 손실(loss)의 성능치 평가를 통해 제안된 평가방법이 품질보장형 서비스가 가능한 NGN에 적합하고 유용한 시험방법임을 입증하였다.

### 참 고 문 헌

- [1] Bob Mandeville, "ATM Stress Test Which switches survived?", CMP Media LLC, *Data Communications Magazine*, pp24~28, 1995.03
- [2] 김현숙, "시험장치를 이용한 HANbit ACE 64 교환시스템의 셀 경로 시험방법", 대한전자공학회, *CSNT'98 논문집*, pp7~10, 1998.11.
- [3] Recommendation Y.2001, "General overview of NGN", ITU, 2004.12.
- [4] Recommendation Y.2011, "General principles and general reference model for next generation networks", ITU, 2004.10.
- [5] 남창섭, 김형수, "NGN에서 QoS보장을 위한 통신망구성 시나리오", 한국통신학회, *COMSW 2002 논문집*, pp79~83, 2002.07
- [6] Recommendation Y.1541, "Network performance objectives for IP-based services", ITU, 2002.05
- [7] Recommendation M.2301, "Performance objectives and procedures for provisioning and maintenance of IP-based network", ITU, 2002.07
- [8] RFC 2330, "Framework of IP performance metrics", IETF, 1998
- [9] 김형수, "Development of the standardized network performance testing methodology on



- ATM network testbed”, IEEE, ICCE’98 논문집, pp S11-10-1 ~ 10-4, 1998.10
- [10] Recommendation I.610, “B-ISDN operation and maintenance principles and functions”, ITU, 1992.02
- [11] Draft Recommendation TR-RACF, “Resource and admission control function on NGN”, ITU, 2006.07

**남 창 섭 (Chang-Sup Nam)** 정회원



1987년 2월 숭실대학교 전자공학  
학과 졸업  
1989년 2월 숭실대학교 전자공학  
학과 석사  
1989년 3월~현재 KT 사업개발  
부문 개발조정부장  
<관심분야> 지능망, 차세대통신

망(NGN)

**김 형 수 (Hyung-Soo Kim)** 정회원



1991년 2월 건국대학교 전자공학  
학과 졸업  
1993년 2월 건국대학교 전자공학  
학과 석사  
2000년 8월 건국대학교 전자공학  
학과 박사  
1993년 3월~현재 KT 사업개발

부문 책임연구원

<관심분야> NGN, QoS, Performance, Resource & Admission Control

**김 남 (Nam Kim)**

정회원



1981년 2월 연세대학교 전자공학  
학과 졸업  
1983년 2월 연세대학교 전자공학  
학과 석사  
1988년 8월 연세대학교 전자공학  
학과 박사  
1998년 4월~현재 충북대학교 전

기전자컴퓨터공학부 교수

<관심분야> 디지털이동통신, WDM Optical Filter & DEMUX Optical Memory

**전 흥 범 (Hong-Beom Jeon)**

정회원



1985년 2월 서울대학교 전자공학  
학과 졸업  
1987년 2월 한국과학기술원  
(KAIST) 전자공학과 석사  
1991년 2월 한국과학기술원  
(KAIST) 전자공학과 박사  
1991년 3월~현재 KT 사업개발

부문 상무대우

<관심분야> NGN, Optical Ethernet, QoS, Performance