

IP 망 성능 표준화 동향

김형수

ITU-T SG13 Q.6 Rapporteur

한국통신 통신망연구소 통신망기술연구팀

데이터망운용연구실 전임연구원

김동권

한국통신 통신망연구소 통신망기술연구팀

데이터망운용연구실 실장

본 고에서는 인터넷 통신서비스의 기반을 제공하고 있는 IP 기반 통신망(IP based network)의 망 성능(Network Performance)에 관련된 기본 개요 및 관련 국제표준기구의 표준화 동향을 파악하고, ITU-T SG13(국제전기통신연합 제13연구반)의 Q.6에서 수행하고 있는 IP 망 성능 관련 권고안들(2001년내 권고안 승인예정)의 동향을 살펴보고자 한다.

1. 서론

폭발적으로 증가한 인터넷 서비스의 가입자 수만큼이나 다양한 관련 서비스를 위한 여러 품질 요구사항들이 대두되고 있다. 즉, VOIP 혹은 인터넷 텔레포니 등으로 불리우는 인터넷 전화서비스를 비롯하여 H.323과 같은 멀티미디어 서비스 등은 해당 서비스 고유의 품질 조건을 위하여 다양한 품질 요구사항이 존재하고 있다.

이러한 품질 요구사항은 이용자의 측면에서는 고품질과 더불어 저비용이 가장 핵심이 될 것이며, 빠르고 일관된 서비스 특성 및 다양한

응용서비스를 제공받고자 하는 욕구가 우선되게 된다. 반면에 이같은 서비스를 제공하여야 할 통신망 혹은 서비스 사업자의 측면에서는 효과적인 자원의 활용을 통한 이용자 요구사항 만족을 목표로 삼게 된다.

따라서 이용자들의 이러한 요구를 만족시키기 위해서는 기본적으로 서비스를 제공하기 위한 가장 기본이자 핵심인 통신망에서의 망 성능 제공능력을 비롯하여 신호, 망 관리, 트래픽 관리 및 폭주 제어 등의 다양한 관련 분야에 관한 연구와 표준화 작업이 여러 관련 국제표준화 기구에서 진행되고 있다.

본 고에서는 이 같은 표준화 노력중 IP 망의

성능과 관련된 표준화 기구들의 표준화 동향 및 특성을 파악하고, 지난 2000년 WTSA에서 IP 관련 표준의 Lead Study Group으로 선정된 ITU-T SG13의 IP 망 성능 표준화 동향분석과 그 전략을 살펴보기로 한다.

본 고에서 참조하는 관련 권고안은 아직 ITU의 문서처리 규정에 따른, 최종 권고안 승인 절차를 마치지 않은 상태이나, 담당 Rapporteur인 저자의 계획에 따라 2001년에는 정식 권고안 승인을 위한 절차를 완료할 예정이다.

2. 표준화 기구의 관련 작업

가. IETF

수 많은 인터넷 표준을 개발하고 있는 IETF에서 IP 망 성능과 밀접한 연관이 있는 연구를 수행하는 작업 그룹으로는 IPPM(IP performance metrics working group)과 BMWG(Benchmarking methodology working group)을 꼽을 수 있다.

IPPM 작업반은 통신망 운용자와 이용자 및 독립적인 시험 평가자를 위한, 인터넷의 데이터 전달 서비스의 품질, 성능 및 신뢰도에 대해 적용할 수 있는 표준 매트릭스에 대한 개발을 주요 이슈로 삼고 있으며 그간 개발하였거나 현재 진행중인 주요 표준으로는 아래와 같은 RFC들이 대표적이다.

- RFC 2330: Framework for IP performance Metrics
- RFC 2679: A One-way Delay Metric for IPPM
- RFC 2680: A One-way Packet Loss Metric for IPPM
- Draft RFC: Network Performance Measurement for periodic streams

한편 BMWG 작업반은 다양하게 연동된 기술에 대한 성능 특성을 측정하기 위해 필요한 기

술의 개발을 주요 이슈로 삼고 있으며 주요 관련 표준으로는 아래와 같은 RFC들이 있다.

- RFC 1242: Benchmarking Terminology for Network Interconnection Devices
- RFC 2544: Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices
- RFC 2285: Benchmarking Terminology for LAN Switching Devices
- Draft RFC: Framework for Router Benchmarking

나. ITU-T

오랫동안 전기통신망에 대한 국제표준을 다루어온 ITU에서도 지난 WTSA 2000 회의에서 IP 기반 통신망에 대한 결의를 다진바 있고 ITU-T 제13연구반을 IP 관련 연구에 대한 선도 연구반(lead study group)으로 선정한 바가 있다. IP 망 성능과 관련된 연구를 수행하는 연구반은 통신망측면의 연구를 진행하는 SG13, 이용자 및 서비스 측면의 성능을 연구하는 SG2, 전송측면의 성능에 관해 표준화를 주도하는 SG12 및 성능시험 등에 대한 작업을 수행하는 SG4가 대표적이다.

IP 기반 통신망을 위한 권고안의 번호는 이미 Y.1000 시리즈를 이용기로 결정이 되었고, IP 성능과 관련된 표준을 제정하기 위해 ITU-T SG13에서는 아래와 같은 권고안 번호체계를 이미 할당한 바가 있다.

- Y.1500: General QoS and NP considerations
- Y.1510: Customer-perceived QoS including customer equipment effects
- Y.1520: Reliability, availability, survivability, and emergency services
- Y.1530: Signalling, call and connection processing performance
- Y.1540: User information transfer performance
- Y.1550: Timing and synchronization

performance

- Y.1560: QoS and NP across heterogeneous networks
- Y.1570: Performance of network components
- Y.1580: Performance monitoring and measurement

다. IETF/ITU-T 비교

기본적인 통신망 요소의 정의에서, ITU와 IETF는 호스트, 링크, 라우터 등의 정의를 공유하고 있지만, 이들로 이루어진 집합에 대해서는 path, subpath, cloud, exchange (IETF) 및 circuit section, network section, network section ensemble (ITU) 등으로 차이점을 보여주고 있다. 한편 IETF에서는 평가의 방법을 주된 관심의 대상으로 하고 평가의 기준은 제시하지 않고 있으나 ITU에서는 통신망이 갖추어야 할 기본능력을 몇몇 파라미터에 대해서는 정량적인 수치로 제공을 하고 있다.

또한 IETF에서의 관심대상은 IP 기반 통신망을 구성하는 각 요소에 기반을 하고 있어 벤치마킹에 유효한 방법론을 제시하고 있는 반면, ITU는 단 대 단 IP 플로우와 IP 계층을 주요 관심대상으로 삼고 있어 IP 기반 통신망의 설계, 운용 및 관리에 초점을 맞추고 있다.

표준을 개발하고 관련연구를 진행하는 방법론의 측면에서 바라볼 때, IP 기반 통신망과 관련된 표준화를 선도하고 있는 IETF는 이용자 측면 혹은 서비스측면의 방법론을 추구하는 반면, ITU는 사업자측면 혹은 통신망측면의 방법론을 수행하고 있다.

3. ITU-T SG13

가. 성능 표준개발 전략

IP 기반 통신망 뿐만 아니라, 이미 ISDN,

ATM 등에 관한 망 성능 표준을 개발한 바 있는 SG13에서는 관련 권고안을 작성하기 위한 기본적인 방법론이 존재하는데 아래와 같은 순서를 따르고 있다.

- 대상 통신망의 정의
- 성능 파라미터의 정의
- 성능 목표치 및 할당원칙 설정

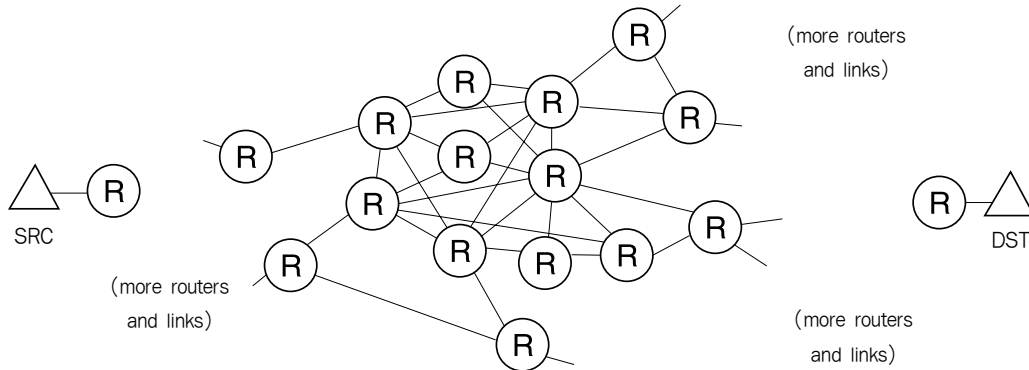
망 성능 표준을 개발하기 위해서는 먼저 연구 대상 통신망의 정의가 우선되어야 한다. 즉 통신망을 구성하는 계층별 성능 모델을 정의하고, 동시에 통신망 구성의 참조 모델상에서 측정지점을 정의한다. 측정지점에서 발생하는 참조 이벤트를 분석하고 이를 통해 이루어지는 통신기능을 확립한다.

이러한 통신기능에 영향을 끼치는 성능기준을 정한 후 이를 기반으로 주 성능 파라미터와 파생 성능 파라미터를 설정한다. 마지막으로 각 성능 파라미터에 대하여 QoS 등급에 따른 망 성능 목표치를 선정하고 이러한 망 성능 목표치가 적용될 거리와 복잡도에 기준하여 할당원칙을 적용한다.

나. 망 성능 권고안

IP 기반 통신망 뿐만 아니라, 이미 ISDN, ATM 등에 관한 망 성능 표준을 개발한 바 있는 ITU-T SG13에서는, 통신망 성능 권고안에 대하여 아래와 같은 내용의 권고안을 작성하였다.

- I.350: General aspects of QoS and NP in digital networks, including ISDNs
- I.353: Reference events for defined ISDN and B-ISDN performance parameters
- Y.800: General aspects of QoS and NP in the global information infrastructure
- Y.1540: Internet protocol data communication service - IP packet transfer and availability performance parameters



[그림 1] IP 기반 통신망의 구성요소

- Y.1541: Internet protocol data communication service - IP performance and availability objectives and allocations

권고안 I.350은 기본적인 통신망 참조모델을 제시하고 있으며 통신망을 구성하는 참조기능을 기반으로 망 성능과 서비스 품질에 대한 구분을 확립하였는데, 이는 전통적인 전기통신망에서 제공하는 통신망 능력을 바탕으로 한다.

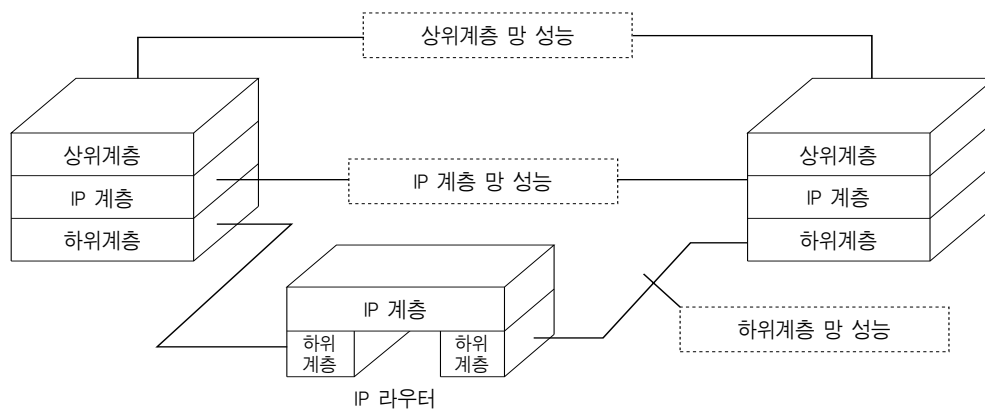
그러나 이와같은 전통적인 전기통신망 관점은 IP 기반 통신망에 대해 동일한 적용을 하기에는 무리가 따른다. IP 패킷을 전달하는 플로우가 단 대 단 의미를 지니는 구간은 가입자망은 물론 핵내망을 포함하는 최종 단말간으로 이루어지기 때문이다.

위의 [그림 1]은 IP 기반 통신망에 대한 망 성능을 규정하기 위해 기존의 전기통신망과는 다르게 정의된 IP 기반 통신망의 구성요소들인데, IP 패킷을 송수신하기 위한 소스와 목적지 호스트간에 구성된 라우터와 링크로 이루어진 IP 기반 통신망의 참조구성을 보여준다.

다. 권고안 Y.1540

권고안 I.35ip 혹은 I.380으로 불리워졌던 권고안 Y.1540은 IP 서비스가 제공하는 통신망에서의 IP 패킷 전달성능 및 가용도 성능 파라미터를 규정하고 있다.

[그림 2]는 IP 서비스의 계층별 성능 모델을



[그림 2] IP 서비스 성능의 계층별 모델

나타내고 있는데, 하위계층은 IP 계층에 대한 전송을 담당하는 다양한 프로토콜이 존재하지만, IP 계층과는 달리 단 대 단 중요성은 갖고 있지 않다.

한편 측정점(measurement point)은 성능 참조 이벤트가 관측되고 측정될 수 있는 하나의 호스트와 인접한 링크간의 경계를 기준으로 삼는다. 이때 참조 이벤트에서 감시되는 IP 패킷 전송결과에는 아래와 같은 내용들이 있다.

- 성공적 IP 패킷 결과
- 에러가 생긴 IP 패킷 결과
- 의사 IP 패킷 결과
- 손실된 IP 패킷 결과

또한 이와같은 결과들에 따라 정의되는 IP 성능 파라미터는 소스 호스트에서 목적지 호스트로 전송되고 측정점에서 관측 및 측정되어지는 전체 패킷의 집합을 그 관심대상으로 하는데, 아래와 같은 파라미터들이 있다.

- IP 패킷 전달지연(IP packet transfer delay)
- IP 패킷 전달지연 변이(IP packet transfer delay variation)
- IP 패킷 에러율(IP packet error ratio)
- IP 패킷 손실율(IP packet loss ratio)
- 의사 IP 패킷율(Spurious IP packet rate)

IP 성능 파라미터를 측정하고 평가하기 위한 기본 조건중의 하나가 IP 서비스 가용도 성능이다. 과도한 에러나 손실 혹은 장애가 존재하고 있는 IP 플로우에는 서비스 불용상태를 선언하게 되며 IP 망 성능 관심대상에서 제외되는데, IP 패킷 손실율이 0.75보다 클 경우를 임계치로 설정하고 있으며 IP 서비스 가용도 파라미터는 가

용도와 불용도에 대한 백분율로 나타낸다.

라. 권고안 Y.1541

권고안 Y.1541는 권고안 Y.1540에서 규정된 IP 패킷 전달성능 및 가용도 성능 파라미터에 대해 QoS 등급에 따른 계량적인 목표치와 할당 원칙을 권고하고 있다.

성능 목표치는 단 대 단의 길이가 27,500 km에 달하는 IP 플로우에 대해 적용을 하지만, 협상한 트래픽 계약에 적합한(conforming) 패킷 혹은 트래픽 계약을 준수하는(compliant) 플로우에 대해서만 의미를 가진다. 만일 대상 IP 플로우가 비적합(non-conforming) 패킷을 가지고 있다면, 비적합 패킷은 폐기하고 적합한 패킷의 수에 대해서만 적용을 한다. 반면, 비적합 패킷이 존재한다고 해서 해당 IP플로우를 비준수(non-compliant) 플로우로 선언할 수는 없지만, IP 플로우 전체가 비준수로 판정이 되면 통신망에서 그 성능을 제공할 필요는 없다.

[표 1]에 나타난 IP 패킷전달 성능 파라미터에 따른 QoS 등급별 성능 목표치는 2000년 11월 회의결과에 따라 잠정적으로 권고된 IP QoS 등급 정의와 망 성능 목표치를 보여준다.

미 규정으로 표시된 IP QoS 등급 3은 ITU에 의해서 어떠한 목표치도 제공되지 않지만, 통신망 운용자는 이 등급에 대해서는 나름의 목적으로 최소 품질 레벨을 제공할 수 있다.

27,500km에 걸친 길고 복잡한 구간은 망 성능 할당원칙에 의해 국내구간 및 국제구간 혹은 각 사업자 구간에 대한 망 성능 목표치를

[표 1] IP QoS 등급 정의와 망 성능 목표치

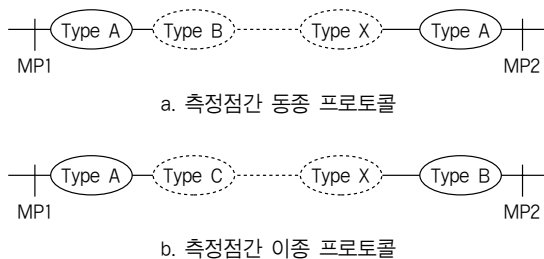
	QoS 등급 0	QoS 등급 1	QoS 등급 2	QoS 등급 3
IP 패킷 전달지연	150ms	400ms	1sec	미 규정
IP 패킷 전달지연 변이	50ms	50ms	1sec	미 규정
IP 패킷 손실율	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	미 규정
IP 패킷 에러율	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	미 규정
의사 IP 패킷율	추후 규정	추후 규정	추후 규정	미 규정

할당할 수가 있다. 아직은 거리와 복잡도에 관계된 IP 망 성능 파라미터의 할당원칙 요소가 파악된 수준이지만, 곧 상세한 기준이 규정될 예정이다.

마. 권고안 Y.800

권고안 Y.800은 엄밀히 정의하면, IP 계층과 직접적인 연관이 있는 성능 권고안은 아니다. 하지만 IP 프로토콜이 지배적인 단 대 단 프로토콜임을 가정하고 그 하부구조를 제공하는 전달 프로토콜간의 망 성능을 규정하는 권고안으로 IP 망 성능을 보장하기 위한 단 대 단 통신망 성능에 대한 내용을 묘사하고 있다.

[그림 3]의 a는 통신망 참조구성에 있어서, 망 성능을 감시하고 측정하기 위한 구간을 명시하는 측정점이 동종 프로토콜을 사용하는 통신망의 경계에 위치하는 시나리오를 보여주고 있으며, [그림 3]의 b는 이종 통신망에 위치하는 시나리오를 나타내고 있는데 본 권고안에서 주요 표준의 목표로 진행하는 연구는 후자에 그 초점을 맞추고 있다.



[그림 3] 통신망 일반 참조구성

바. 추후 연구내용

IP 기반 통신망의 망 성능 표준을 완성하기 위해 필요한 추가 연구사항은 아래와 같다.

- I.350 혹은 I.353과 같은 전통적인 전기통신망 기반의 권고안과 IP 기반 Y-시리즈 권고안간의 일관성 확보
- 권고안 Y.1541에서의 IP 망 성능 목표치 할당원칙 확립
- 권고안 Y.800의 상세내용에 대한 추가 연구 등

또한 IETF와의 지속적인 교류를 통해 관련 RFC와 권고안의 상이점 해결과 공동 관심사에 대한 연구도 계속 추진할 예정이다.

4. 결론

본 고에서는 IP 기반 통신망의 망 성능과 관련된 표준화 동향을 파악하기 위해 IETF와 ITU의 관련 표준들의 기본적인 특성과 내용을 비교하고 검토하는 한편, IP 관련 표준의 선도 그룹인 SG13에서 수행하고 있는 최근 연구결과들을 해당 권고안들을 중심으로 살펴보았다.

서술한 바와 같이 ITU에서 규정하는 IP기반 망 성능 권고안들은 공정성과 일반성을 유지하고 있는 반면, 상세내용 및 규정을 강제하지 않는 관점을 취하고 있어 실제에의 적용을 위한 해석에는 응용을 위한 여지를 남겨두고 있다.

국내에서도 초고속 인터넷 등의 통신망 품질에 대한 평가가 국가차원에서 수행되는 등 최근의 관심사로 떠오르고 있으며, 해당 분야에 대한 국내대표단의 활발한 활동을 통해 기술적 우위를 점하고 있기는 하지만, 좀 더 적극적인 활동과 참여를 통한 지속적인 비교우위의 유지가 절실히 필요한 실정이다. 