

# IP 망에서의 SLA(Service Level Agreement) 표준 지표 모델

유용덕\*, 오명환\*, 최 훈\*\*, 이길행\*\*\*

\*, \*\*충남대학교 컴퓨터공학과, \*\*\*한국전자통신연구원

e-mail : [ydu@ce.cnu.ac.kr](mailto:ydu@ce.cnu.ac.kr), [mhoh@ce.cnu.ac.kr](mailto:mhoh@ce.cnu.ac.kr)

[hchoi@ce.cnu.ac.kr](mailto:hchoi@ce.cnu.ac.kr), [ghlee@etri.re.kr](mailto:ghlee@etri.re.kr)

## A Model of SLA(Service Level Agreement) Standard Metrics for IP networks

Yong-Duck Yoo\*, Myoung-Hwan Oh\*, Hoon Choi\*\*, Gil-Hang Lee\*\*\*

\*,\*\*Dept. of Computer Engineering, Chung-Nam University

\*\*\*ETRI

### 요 약

인터넷은 전세계를 연결하는 컴퓨터 망으로서 최근 기하급수적으로 그 수요가 증가하고 있다. 현재 전세계적으로 다양한 정보통신 서비스 창출과 향상된 성능을 가진 장치들의 개발 등으로 인해 과거 어느 때보다도 정보통신서비스 시장이 확대되고 있으며, 이에 따라 각 정보통신서비스 제공업체들도 기존의 가입자의 양적 확장에 치중하던 경향에서 탈피하여 보다 저렴한 고속/고품질 서비스 제공을 통하여 가입자들을 확보하기 위한 경쟁을 펼치고 있다. 정보통신서비스 제공업체들이 정보통신서비스 시장에서 다른 경쟁업체에 비하여 우위를 차지하고 보다 높은 수익창출을 위한 중요한 관건은 바로 정보통신서비스 이용자들에게 제공되는 통신 서비스의 품질 보장이다. 이를 위해서는 현재 사업자들이 사용자들에게 제공하는 통신서비스 품질 보장은 기존의 단순한 서비스 품질 보장 차원의 수준을 넘어 고객에게 서비스에 대한 신뢰성, 투명성 및 객관성을 입증할 수 있어야 한다. 이에 관한 입증 방법을 체계화한 것이 서비스 수준 규약(Service Level Agreement : SLA)이다. 본 논문에서는 서비스 수준 규약의 개념과 SLA 표준화 동향을 소개하고, 현재 가장 보편적인 망인 IP 망에서의 표준화 동향 분석을 바탕으로 업어진 SLA 표준 지표 모델에 대해서 제시한다.

### 1. 서론

최근 인터넷을 이용한 비즈니스가 확대됨에 따라 정보통신서비스 제공업체들도 기존의 가입자의 양적 확장에 치중하던<sup>1</sup> 경향에서 탈피하여 보다 저렴한 고속/고품질 서비스 제공을 통하여 가입자들을 확보하기 위한 경쟁을 펼치고 있다. 이러한 치열한 경쟁에서 서비스 제공업체들이 다른 경쟁업체에 비하여 우위를 차지하고 높은 수익을 창출하기 위한 중요한 관건은 이용자들에게 제공되는 통신 서비스의 품질 보장이다.

할 수 있다. 이러한 통신 서비스의 품질 보장에 대한 규약을 서비스 수준 규약(SLA : Service Level Agreement)이라 한다. SLA는 일반적으로 서비스 공급업체가 제공하는 서비스를 대상으로 성능과 가용성 등 일정한 서비스 수준을 정량화 한 후, 이 수준값을 보장하기 위해 맺은 서비스 공급업체와 고객간의 계약으로서, 고객에게는 비즈니스의 가치를 높여주고 서비스 공급업체에게는 서비스 차별화를 통한 경쟁 우위 확보 및 매출의 증가를 기대하게 하는 개념이다. 따라서 이러한 SLA를 제공함에 있어서 통신서비스나 망의 품질을 대변할 수 있는 올바른 측정 지표(metrics)를 정의하는 것이 필수적이다. 그러나 현재 국내외적으로 정의된 표준화된 지표 모델이 정의되어

<sup>1</sup> 이 연구는 BK21 충남대학교 정보통신인력양성사업단의 지원을 받았음.

\*\*이 연구는 한국전자통신연구원의 지원을 받았음.

있지 않아서 서비스 제공업체들은 자신들이 사용자에게 제공하고 있는 서비스의 수준이 어느 정도인지, 그리고 서비스에서의 SLA 와 관련한 지표들이 무엇인지에 대한 체계를 가지고 있지 않은 실정이다. 이에 본 논문에서는 SLA 표준화 동향을 살펴보고, 현재 가장 보편적인 망인 IP 망에서의 표준화 동향 분석을 통하여 SLA 표준 지표 모델을 제시한다.

본 논문의 구성은 2 장에서 서비스별, 인터넷 워킹 그룹별 SLA 표준화 활동 및 동향에 대해 언급하고, 3 장은 IP 망에서의 표준화 동향 분석을 통한 SLA 표준 지표 모델을 제시하며, 4 장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 서비스별 SLA 표준화 동향

#### 1) 어플리케이션 SLA

어플리케이션 SLA에서는 SLA 측정을 보장하기 위해 상호 책임 정의가 필요하며, 그 구성 요소로는 ASP(Application Service Provider) 책임(Responsibilities), 고객 책임(Customer Responsibilities), 정보교환(Information Exchange), 요금(Pricing), Transition Phase 등으로 구성된다. 먼저 ASP 책임 항목은 서버와 서버에서 지원되는 어플리케이션 서비스 레벨 및 어플리케이션 업그레이드, 어플리케이션 서비스 레벨과 성능 측정을 제공하고, 보안 방법으로 인증, 암호화, 방화벽 등이 있다. 고객 책임은 성공적인 구현을 위해 필요한 설치, 측정, 버전 관리의 책임 및 ASP 와 합의된 업무들을 정의하고, Transition Phase는 서비스 수준에 대한 협상 중 어플리케이션 성능을 평가하는 중간단계로서 서비스 제공자에게 어플리케이션 성능을 보증하기 위한 기회를 제공한다.

#### 2) 네트워크 SLA

ASP 모델에서 서비스는 ASP 데이터 센터로부터 IP 네트워크를 경유하여 고객에게 제공되며, 네트워크 SLA는 ASP 또는 NSP(Network Service Provider)가 고객에게 어플리케이션 제공시의 네트워크 성능을 의미한다. 서비스는 최선형(best-effort) 전달 표준을 이용한 공중 인터넷을 경유하여 제공될 수 있다. 네트워크 서비스 레벨에서의 구성요소로는 네트워크 특성, 보안, 연결 특성, 서비스 및 지원으로 구성된다.

#### 3) 웹 호스팅(Web Hosting) SLA

Hosting SLA 부분은 어플리케이션 서비스 제공업체가 end-to-end SLA에 포함하여야 하는 항목으로서, ASP 와 호스트 제공업체 간에 제공되는 SLA의 주요 구성요소(일상적인 정의, 표준, 가이드라인 등)를 의미한다.

#### 4) Customer Care 와 HelpDesk SLA

이 SLA 표준은 HelpDesk 와 고객 사이의 가용성, 응답률, 고객만족 등의 측정기준으로 정의한다. Customer Care는 기술이 필요 없는 서비스를 제공하는 것으로서, 서비스 선택, 업그레이드, 계약된 서비스에 추가 사용자 등록, 요금과 관련된 문의의 답변에 해당한다. Customer Care 직원은 고객의 요청에 대한 전문적인 대응, 예의 바름, 신속함이 측정 대상이다. HelpDesk는 기술 지원의 중심으로 일정별 대고객 통

보, 사용자의 질문/문제/요청 해결, logging, tracking, escalation 등, 고객 사용지원과 최적의 자원이용과 효율성, 고객과의 연락기구를 제공하는데, 효율적인 정보관리, 예방서비스지원, 문제해결에 대한 적시 대응이 측정 대상이다.

### 2.2 망(Network)별 표준화 동향

#### 1) IP(Internet Protocol)망

현재 IP 망의 SLA 표준화 동향을 살펴보면, DiffServ에서의 Class 별 QoS를 보장하기 위한 연구(RFC 2457)가 진행 중이고, RSVP(Resource Reservation Protocol)에서의 망자원 예약 할당에 의해 QoS를 보장하기 위해 RFC 2210에 제안되었으며, IETF(Internet Engineering Task Force)에서의 IP 망의 성능 지표를 향상시키기 위한 제안(RFC 2330), EURESCOM에 의한 멀티미디어 환경 하에서 IP 망의 QoS 보장을 위한 연구, ITU-T SG(Study Group) 13에 의한 IP 망 자체와 연동되는 망의 QoS를 보장하기 위한 연구 등 다양한 방면에서의 SLA 표준화 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재까지 IPPM에서 표준화된 작업으로는 성능 측정을 위한 일반적 구조, 연결성, 단방향 지연 및 패킷 손실 그리고 RTT(Round Trip Time)에 관한 지표 정의 및 방법론 등이 표준화 되었다.

#### 2) Frame Relay 망

Frame Relay SLA는 지역에 민감한 데이터 서비스가 확산되고 SVC(Switched Virtual Connection) 서비스 범용화로 인한 다양한 어플리케이션 타입이 등장하면서 여러 부류의 Frame Relay 사용자가 증가됨에 따라 그 중요성이 대두되기 시작하였다. Frame Relay SLA를 연구하는 Working Group에는 Frame Relay Forum, ITU-T, TeleManagement Forum 등이 있다. Frame Relay Forum의 SLA 종류는 end-to-end 관련 SLA 지표, edge-to-edge interface 관련 SLA 관련 지표, edge-to-edge queue 관련 SLA 지표 등이 있다.

#### 3) ATM(Asynchronous Transfer Mode) 망

ATM 망에서의 SLA 표준화를 연구하는 Working Group으로는 ITU-T SG 13, ATM Forum 등이 있으며, ITU-T SG 13은 IP 망 자체와 연동되는 망에 대한 QoS 보장 기법에 대한 연구를 진행하고 있다.

#### 4) MPLS(MultiProtocol Label Switching) 망

MPLS는 한 연결이나 연결 그룹들 간에 다른 레이블을 사용하게 하고, 각 레이블 별로 QoS를 보장하고자 하는 망이다. MPLS 망에 대한 SLA 표준화를 연구하는 IETF Working Group은 레이블에 의하여 고속의 스위칭을 하는 MPLS 망의 QoS 보장을 위한 연구와 계층 2와 3에 각각 다른 레이블 사용을 통한 다양한 QoS 접근이 가능하게 하는 연구를 하고 있으며, 또한 RFC 3212에서 SLA 표준화 지표를 제안하고 있다.

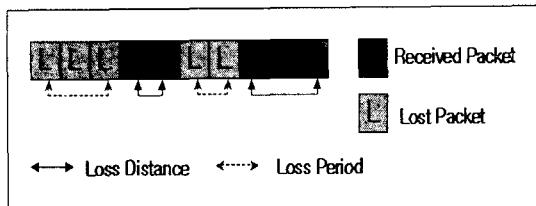
### 3. IP 망에서의 표준 지표 모델

인터넷에서의 서비스 품질보장을 위한 품질 측정을 위해 가장 먼저 수행되어야 할 연구는 품질 측정 지표를 정의하는 것이다. IETF, ITU-T, EURESCOM 자료

및 기타 SLA 기초 자료를 조사한 결과 IP 망의 품질을 나타내는 지표로서 다음과 같은 지표들이 가장 합리적인 것으로 분석되었다. 앞으로 국내 통신서비스 사업자들도 국제 표준화에 대비하여, 아래 지표들의 측정 방법과 관리 시스템 개발에 연구를 진행해야 할 것이다.

### 1) 단방향 패킷 손실 지표

인터넷에서는 송신측과 수신측 사이의 경로가 다를 수 있고, 이에 따라 양방향 손실 측정 지표를 사용할 경우 두개의 독립된 경로에 대한 패킷 손실을 측정한 것이 된다. 송신측과 수신측 사이의 경로가 동일하다고 하더라도 두 경로 사이의 전달 지연(큐잉)이 다르며, 또한 대부분의 응용 성능은 단방향 성능에 의해 좌우되므로 양방향 손실이 아닌 단방향 손실을 측정하는지 표준화하는 경향이다. 손실 측정 지표를 측정하기 위해서는 측정 호스트와 측정 대상 호스트간의 동기화 과정을 거친 후 패킷에 timestamp 를 두어 패킷 손실을 결정하는 방식을 사용한다. 단방향 손실 지표의 측정 지표로는 [표 1]에서 보는 것처럼 패킷이 손실된 경우 순서 번호와 이전에 손실된 패킷의 순서 번호의 차이를 나타내는 Type-P-One-Way-Loss-Distance-Stream 과 각각의 손실에 대한 손실의 베스트한 성질을 나타내기 위한 Type-P-One-Way-Loss-Period-Stream 이 있으며, 통계적인 측정 지표로는 손실이 발생하였을 경우 현재 손실된 패킷과 이전에 손실된 패킷 간의 간격이 설정된 값보다 작은 경우를 위한 Type-P-One-Way-Loss-Noticeable-Rate, 손실 기간의 총수를 나타내는 Type-P-One-Way-Loss-Period-Total, 각 손실 기간동안의 손실된 패킷의 수를 나타내는 Type-P-One-Way-Loss-Period-Lengths, 패킷 손실 기간 사이의 간격을 의미하는 Type-P-One-Way-Inter-Loss-Period-Lengths 가 있다. 아래의 [그림 1]은 패킷 손실 거리와 패킷 손실 기간을 설명한다.



[그림 1] 패킷 손실 거리 및 패킷 손실 기간

### 2) 연결성 측정 지표

연결성 측정 지표는 [표 1]에서 보는 바와 같이 송신측으로부터 임의의 시간에 수신측으로의 전송을 보장하는 즉시 연결성 지표와 송신측에서 어떤 일정한 시간 동안 즉시 연결성을 보장하는 기간 연결성 지표를 사용하도록 한다.

### 3) 지연 지표

일반적으로 어플리케이션의 성능은 종단간 지연이 특정 임계치를 넘을 경우 급격히 저하되며, 지연의 변위는 실시간 응용의 성능에 큰 영향을 미친다. 또한 지연이 증가할수록 전송 계층 프로토콜은 고속의 전

송이 어려우므로 단방향, 양방향 지연은 중요한 품질 측정 지표이다. 통계적인 품질 측정 지표로는 연속적인 패킷의 전송에서 지연값의 백분위수를 나타내는 Type-P-One-Way-Delay-Percentile, 모든 지연값의 중간값을 나타내는 Type-P-One-Way-Delay-Median, 모든 지연값의 최소값을 나타내는 Type-P-One-Way-Delay-Minimum, 임계값과 비교를 위한 모든 지연값의 역수의 백분위수를 나타내는 Type-P-One-Way-Delay-Inverse-Percentile 를 이용한다.

지표 유형	측정 지표	통계적 측정 지표
단방향 손실 지표	Type-P-One-Way-Loss-Distance-Stream Type-P-One-Way-Loss-Period-Stream	Type-P-One-Way-Noticeable-Rate Type-P-One-Way-Loss-Period-Total Type-P-One-Way-Loss-Period-Lengths Type-P-One-Way-Inter-Loss-Period-Lengths
연결성 측정 지표	단방향 즉시 연결성 양방향 즉시 연결성 단방향 연결성 양방향 연결성	Type-P-Instantaneous- Unidirectional-Connectivity Type-P-Instantaneous- Bidirectional-Connectivity Type-P-Interval- Unidirectional-Connectivity Type-P-Interval- Bidirectional-Connectivity
지연 지표	양방향 임시 연결성 단방향 지연 지표 양방향 지연 지표	Type-P-1-P-Interval- Temporal-Connectivity Type-P-One-Way-Delay Type-P-One-Way-Delay-Percentile Type-P-One-Way-Delay-Median Type-P-One-Way-Delay-Minimum Type-P-One-Way-Delay-Inverse- Percentile Type-P-Round-trip-Delay-Percentile Type-P-Round-trip-Delay-Median Type-P-Round-trip-Delay-Minimum Type-P-Round-trip-Delay-Inverse- Percentile
지연 변이 지표	Type-P-One-Way-ipdv	Type-P-One-Way-ipdv-inverse- percentile Type-P-One-Way-ipdv-jitter
재구성 지표	Type-P-Non-Reversing-Order	-

[표 1] 품질 측정 지표 모델

### 4) 지연 변이 지표

많은 IP 기반의 어플리케이션들은 일반적으로 지터(Jitter)라 불리우는 지연 변이(IPDV : Instantaneous Packet Delay Variation)에 대해 민감한 특성을 가진다. 단방향 지연 변이는 두 쌍의 패킷에 대해서는 첫 번째 패킷의 단방향 지연과 두 번째 패킷의 단방향 지연의 차이로, 스트림의 경우에 대해서는 스트림 상에서 현재 패킷의 단방향 지연과 바로 이전 패킷의 단방향 지연의 차이로 정의되며, Type-P-One-Way-ipdv 로 나타내어진다. 지연 변이의 측정 방법은 단방향 지연 측정 방법과 유사하며, 지연 변이 측정 시 오류 유발 원인

으로는 크게 클럭에 관련된 에러와 호스트의 측정점에 패킷의 첫번째 비트가 도착한 시간을 나타내는 wire arrival time 과 패킷의 마지막 비트가 도착한 시간을 의미하는 exit time 으로 구성된 wire time 과 실제 호스트에서 host time 의 차이로 인해서 발생한다. 통계적인 측정 지표로는 첫째, 흔히 지터라고 말하는 지표로서 단순히 Type-P-One-Way-ipdv 의 절대값을 취해서 얻어지는 Type-P-One-Way-ipdv-jitter 와 둘째, 패킷의 적은 지연 변이를 요구하는 실시간 응용 서비스를 사용할 때 임계값을 넘는 패킷의 수를 구할 때 사용하는 Type-P-One-Way-ipdv-inverse-percentile 를 사용한다. Type-P-One-Way-ipdv-Stream 과 양 또는 음의 값을 가질 수 있는 임계값이 주어졌다고 가정할 때, Type-P-One-Way-ipdv-inverse-percentile 은 먼저 임계값이 양의 값을 가질 경우에는 임계값보다 같거나 작은 지연 변이를 가지는 백분위수로 나타내어지고, 임계값이 음의 값을 가지는 경우에는 지연 변이가 임계값보다 크거나 같은 값을 가지는 지연 변이의 백분위수로 구해진다.

#### 5) 재정렬(reordering) 지표

재정렬 지표는 모든 어플리케이션에 관련된 지표로서, 특히 실시간 미디어 스트림 지원에 대한 평가에 사용되어지는 지표이다. 이때 수신된 패킷의 패킷 번호에 따른 재정렬 정도는 수신된 패킷이 IP 계층보다 상위에서 처리될 수 있을 만큼 충분하여야 한다.

#### 6) 벌크 전송 능력

벌크 전송 능력(Bulk Transfer Capacity : BTC)은 TCP(Transmission Control Protocol)와 같은 폭주 제어 알고리즘을 가지는 하나의 전송 계층 연결을 통하여 큰 크기의 데이터를 전송할 때 망의 성능에 대한 척도이다. BTC는 하나의 TCP 연결을 통해서 오랜 시간동안의 평균 데이터 전송율로 정의될 수 있는데,  $BTC = \frac{data\_sent}{elapsed\_time}$  와 같이 간단하게 구할 수 있다. 여기서 data\_sent 는 헤더 등의 데이터를 포함하지 않은 순수한 데이터의 크기를 나타낸다. 또한 data\_sent 는 손실에 의해 재전송된 패킷의 경우 그 크기를 한번 고려한다. 벌크 전송 능력은 패킷 손실율, 패킷 에러율, RTT 와 같은 경로 특성에 따라 결정된다.

### 4. 결론

현재 인터넷은 정부의 초고속 통신망 정책과 함께 다양한 응용 프로그램 및 인터넷 서비스로 인해 폭발적으로 수요가 증가하고 있다. 하지만 수요가 증가됨에 따라 인터넷 사업자가 약속한 인터넷 트래픽 품질 사항에 대한 사용자들의 불만사항이 급증하고 있다. 인터넷 사업자들은 가입자들에게 보장한 서비스의 품질을 유지 시키려고 노력하기 시작하였으나 아직 인터넷 서비스 품질 보장에 대한 표준이 정해지지 않음에 따라 자신들이 제공하는 서비스 수준이 어느 정도인지, 그리고 이런 서비스에서의 SLA 와 관련된 지표들이 무엇인지 잘 모르고 있다는 지적이 많다. 이에 본 논문에서는 인터넷 품질 보장(SLA) 표준 지표 모델에 대한 연구로서 통신망에 대한 사용자의 서비스 질을 향상 시키기 위해서 서비스별, 망별 표준화 동향

을 살펴보고, 품질 보장 지표 모델에 대해서 살펴보았다. 향후 연구과제로서 서비스 또는 망별 SLA 지표를 정의하여 통합 SLA 관리 및 품질관리시스템 품질 측정 지표 정의에 활용되도록 연구를 수행할 계획이다.

### 참고문헌

- [1] TeleManagement Forum SLA Handbook,2001.6
- [2] M.S. Borella, D. Swider, S. Uludag, G.B. Brewster, "Internet packet loss: measurement and implications for end-to-end QoS," Proceedings of the 1998 ICPP Workshops, pp. 3-12, on , 1998.
- [3] V. Paxson, et al, "Framework for IP Performance Metrics," RFC 2330, May 1998.
- [4] G. Almes, et al, "A One-way Packet Loss Metric for IPPM," RFC 2680, Sept. 1999.
- [5] G. Almes, et al, "A One-way Delay Metric for IPPM," RFC 2679, Sept. 1999.
- [6] G. Almes, et al, "A Round-trip Delay Metric for IPPM," RFC 2681, Sept. 1999.
- [7] E. Rosen, A. Viswanathan, "Multiprotocol Label Switching Architecture", RFC 3031, January 2001
- [8] B. Jamoussi, L. Andersson, "Constraint-Based LSP Setup using LDP", RFC 3212, January 2002
- [9] Rajeev Koodli, et. al, "One-way Loss Pattern Sample Metrics," draft-ietf-ippm-loss-pattern-04.txt, Nov. 2000.
- [10] C. Demichelis and P. Chimento, "Instantaneous Packet Delay Variation Metric for IPPM," draft-ietf-ippm-ipdv-05.txt, July 2000.3.
- [11] Goderis et al., "Service Level Specification Semantics, Parameters and negotiation requirements.", Internet Draft, October 2000.
- [12] R. Rajan, et al., "Service Level Specification for Inter-domain QoS Negotiation," Internet Draft, November 2000.
- [17] <http://www.ietf.org>