

QoS Terminology in IP Networks

April 21, 2003

김 학 용

코어세스 통신기술연구소

목 차

1. General QoS Model
2. ITU/ETSI의 (QoS 용어 정의에 있어서의) 접근법
3. IETF 접근법
4. QoS 파라미터
5. Class of Service
6. Grade of Service
7. Specification of a Contract between the Customers and the Service Provider
8. IP 네트워크에서 Intrinsic QoS를 지원하는 구조와 관련된 용어
9. 결론

QoS Terminology in IP Networks¹

김 학 용

코어세스 통신기술 연구소

<http://hakyongkim.net>

개요 - 이 글은 IP 망에서 사용되는 QoS 용어를 설명하기 위해 IEEE Communications Magazine 2003년 3월 호에 실린 글[15]을 저자와 IEEE의 허락을 받고 번역 및 게재하는 것이다. 이 글은 IP 망에서 적용되는 QoS 모델을 표준화 기관(ITU/ETSI 및 IETF)의 접근방법에 따라 정리 비교하고 있으며, 각 방식에서 사용된 용어들을 정의하고 있다. QoS, CoS, GoS와 같은 서비스의 등급에 관한 용어의 정의 및 SLA, SLS, TCA, TCS와 같은 서비스의 제공 및 구현에 관한 용어들을 이해하기 쉽게 정의 및 설명해 놓고 있다. 따라서, 지난 번 'QoS 기술의 이해 (Understanding of QoS Technology)' [16]에서 다루었던 QoS 구현 기술이 아닌, 좀 더 일반적인 서비스 측면에서의 QoS의 개념에 대해 알고자 하는 사람들에게 도움이 될 것이다.

1. General QoS Model

[1]에는 세 가지 측면에서의 QoS가 정의되어 있다. 이들은 Intrinsic QoS (본질적인 QoS), Perceived QoS (인 지된 QoS), 그리고 Assessed QoS (평가된 QoS)이며, 그림 1에 보이는 일반적인 QoS 모델을 구성한다.

Intrinsic QoS는 기술적인 측면에서 유래하는 서비스 특성과 관련된 것이다. 따라서, 본질적인 품질(intrinsic quality)은 전송 네트워크 디자인과 네트워크 액세스, 종단(terminations), 그리고 커넥션(connections)의 프로비저닝(provisioning)에 의해 결정된다 [1]. 전송 프로토콜, QoS 보장 메커니즘, 그리고 그와 관련된 파라미터 값들의 적절한 선택에 의해 요구되는 품질을 얻을 수 있다. Intrinsic QoS는 측정된 성능 특성을 기대되는 성능 특성과 비교함으로써 평가된다. 서비스에 대한 사용자의 기대는 Intrinsic QoS의 평가에 영향을 미치지 않는다.

Perceived QoS는 특정한 서비스를 사용했던 고객의 경험을 반영한다. 이것은 관측된 서비스 성능과 비교된 고객의 기대에 의해 영향을 받는다. 한편, 일반적으로 고객의 개인적인 기대는 유사한 통신 서비스에 대한 그 고객의 경험과 다른 고객들의 견해에 의해 영향을 받는다. 따라서, 동일한 본질적인 특성을 갖는 QoS는 사용

¹ 이 글은 IEEE Communications Mag. 2003년 3월 호에 실린 기사, Quality of service terminology in IP networks를 저자 및 IEEE의 허락(direct translation into Korean)을 받고 번역한 것이다. 이 문서에 있는 내용은 원문의 Introduction 부분을 제외한 내용이다. 따라서, 적절한 인용이나 본인의 허락 없이 이 문서를 재배포 하는 것은 본인뿐만 아니라 원저자, 그리고 IEEE의 저작권을 침해하는 행위가 되며, 이러한 행위 및 그 행위자는 법적 책임의 대상이 됨을 밝히는 바이다. 원저자: Prof. Andrezej Jajszczyk (jajszczyk@kt.agh.edu.pl) 외 2인.

Network Manias

Analyze Trends, Technologies and Market

자에 따라 다르게 인지될 수 있다. 단지 특정한 서비스 (혹은 네트워크) 파라미터들을 보장하는 것은 서비스가 어떻게 구현되는지에 관심이 없는 고객들을 만족시키는데 충분하지 않을 수 있다. 따라서, 어떤 프로바이더에 의해 제공되는 QoS는 Intrinsic QoS는 물론 그 고객에게 의미가 있다거나 특정한 단체의 기대와 관련된 약간은 비이론적인 파라미터들도 함께 반영해야 한다.

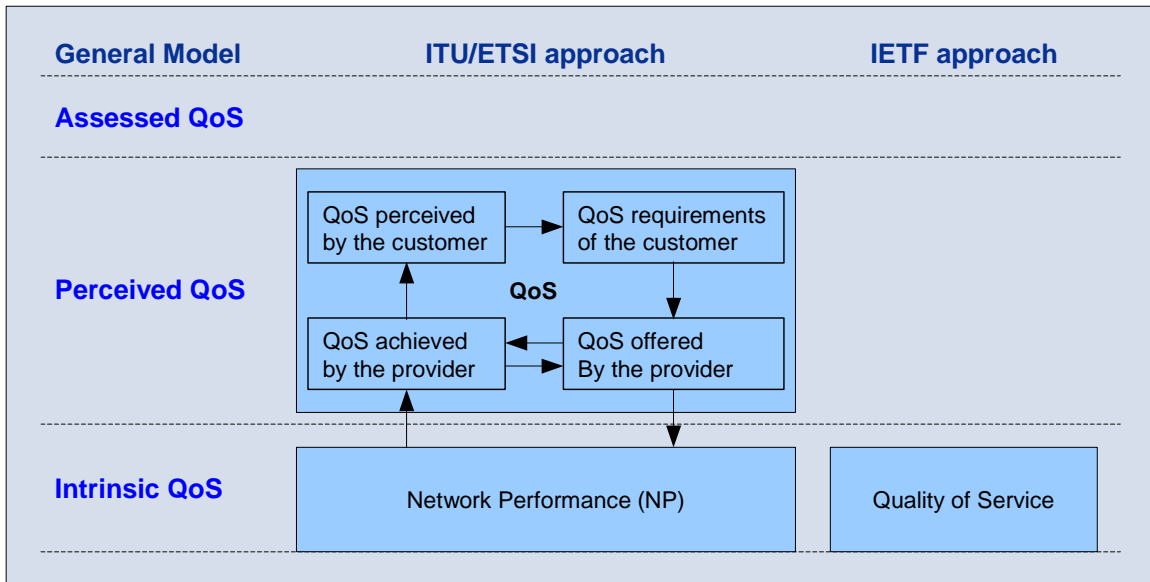


그림 1. General QoS Model과 ITU/ETSI 및 IETF의 접근법 [1].

Assessed QoS는 서비스를 계속해서 쓸 것인지 말 것인지를 결정할 때 보여지기 시작한다 [1]. 이 결정은 인지된 품질, 서비스 가격, 그리고 고객에 의해 제기된 불평이나 문제들에 대한 프로바이더의 반응에 의해 결정된다. 심지어는 고객 서비스 부서의 태도도 Assessed QoS를 평가하는 중요한 요인이 되기도 한다. 그림 1에 보이는 것처럼, ITU, ETSI, 그리고 IETF 어느 곳도 이 Assessed QoS를 다루고 있지 않다.

이러한 세 가지 유형의 QoS에 대한 만족의 수준에 대한 보장은 따로 고려될 것이다. 첫번째 것(Intrinsic QoS)은 네트워크 프로바이더의 의무/책임이며 네트워크 구조, 계획, 그리고 관리에 의존한다. 이것은 주로 기술적인 문제로, 엔지니어, 디자이너, 그리고 오퍼레이터에 의해 다루어진다. 시장 분석과 더불어 제공되는 특정한 서비스에 맞추어진 Intrinsic QoS 능력을 적절히 사용하는 것은 높은 수준의 Perceived QoS를 보장하기 위해 필요하다. 이것은 서비스 프로바이더의 의무에 해당한다. 광고와 마케팅 노력도 Perceived QoS에 영향을 미친다. Assessed QoS는 주로 프로바이더²의 요금 청구 정책 및 신뢰할 수 있는 고객 서비스 혹은 기술 지원에 의해 좌우된다.

² 네트워크 프로바이더가 될 수도 있고 서비스 프로바이더가 될 수도 있다.

Network Manias

Analyze Trends, Technologies and Market

2. ITU/ETSI의 (QoS 용어 정의에 있어서의) 접근법

QoS와 관련된 전문용어에 대한 ITU와 ETSI의 접근법은 거의 동일하다. 사실, 두 단체는 QoS의 개념을 개발하는 과정에서 서로의 개념을 받아들이고 있다 (ETSI [2]와 ITU [3-6] 문서들을 비교해 보라). 이들은 [3]에 처음으로 표현된 기본적인 QoS 정의를 똑같이 사용하고 있다. 즉, QoS는 “서비스 사용자의 만족의 정도를 결정하는 서비스 성능의 집합적인 효과” (“the collective effect of service performance which determine the degree of satisfaction of a user of the service”)로 정의하고 있다. ITU와 ETSI의 접근법 사이에는 사소한 차이가 있을 수 있지만, 그러한 것들은 이 문서의 범위를 벗어나는 것이며 이곳에서 다루는 내용을 이해하는데 영향을 미치지 않는 것들이다.

앞의 정의가 제안하는 것처럼, ITU/ETSI 접근법에 있어서의 QoS는 Intrinsic QoS 보다는 주로 Perceived QoS에 충실하다. 게다가 이들은 기술적인 면을 커버하기 위해 네트워크 성능(Network Performance, NP)의 개념을 소개하고 있다. 이들은 QoS와 NP를 분명히 구분하고 있다. 즉, QoS는 사용자가 인지하는 효과들에 초점이 맞추어진 것으로 이해되며, NP는 어떤 서비스를 제공하기 위해 필수적인 모든 네트워크의 기능들을 포함한다. QoS 파라미터들은 사용자 지향적이며 직접적으로 네트워크 파라미터로 바뀌지 않는다. 반면에, 네트워크 성능 파라미터들은 반드시 고객들에게 의미가 있을 필요는 없지만, 고객들에 의해 관측되는 품질을 결정한다 [4]. 그러나, QoS 파라미터와 NP 파라미터들 사이에는 일관된 매핑 관계가 존재해야만 한다. 일반적인 QoS 모델의 관점에서 QoS와 NP의 관계가 그림 1에 보이고 있다.

앞서 언급된 것처럼 네트워크 성능(NP)은 Intrinsic QoS에 해당하는 것이다. 이것은 [3]에 “사용자들 사이의 통신에 관련된 기능을 제공하는 네트워크 혹은 네트워크 일부의 능력”(“the ability of a network or network portion to provide the functions related to communications between users”)으로 정의되어 있다. NP는 어떤 서비스를 제공하는 것과 관련된 특정한 네트워크 컴포넌트들의 파라미터의 관점에서 정의되고 측정된다. 이러한 파라미터들은 서비스를 제공하는데 있어서의 네트워크의 효율성과 효과성에 있어 중요한 요인이다. 높은 수준의 NP는 적절한 시스템 디자인, 구성, 동장, 그리고 관리에 의해 달성된다 [2]. 몇몇 네트워크 성능 파라미터들은 ITU에 의해 [3,5]에 정의되어 있다.

QoS에 관한 다양한 관점을 커버하기 위해, 그림 1에 보이는 것처럼 ITU와 ETSI는 특정한 네 개의 정의를 구분하였다.

- QoS requirements of the customer
- QoS offered by the provider
- QoS achieved by the provider
- QoS perceived by the customer

고객에 요구 조건들(QoS requirements of the customer)은 특정한 서비스 품질에 대한 선호를 말해준다. 이러한 조건들은 고객 및 서비스 프로바이더 모두가 이해할 수 있는 기술적인 혹은 기술적이지 않은 언어로 표현될 수 있다. 비록 서비스 프로바이더가 항상 고객의 기대를 만족시킬 수 있는 위치에 있는 것은 아니지만, 기

Network Manias

Analyze Trends, Technologies and Market

술적이지 않은 언어로 표현된 고객의 요구 조건들은 고객들의 요구 조건을 바탕으로 고객에게 제공되는 서비스를 설계한다. 서비스 프로바이더에 의해 제공되는 QoS(QoS offered by the provider)는 서비스 프로바이더의 전략, 벤치마킹, 서비스 설치 비용, 그리고 다른 요인들에 의해 영향을 받을 수 있다 [6]. 이것은 고객들이 이해할 수 있는 파라미터들에 할당된 값으로 표현된다. 예를 들면, ‘1년 동안의 서비스 가용도는 99.95%’와 같은 것이다. 서비스 프로바이더에 의해 달성되는 QoS(QoS achieved by the provider)는 흔히 파라미터들의 동일한 집합에 의해 표현된다. 제공되는 품질(quality offered)과 달성되는 품질(quality achieved)의 비교는 서비스 프로바이더에게 인지되는 서비스 성능의 사전 평가를 제공한다. 그러나, 서비스 프로바이더의 관점에서 봤을 때, 가장 중요한 피드백은 고객에 의해 인지되는 QoS(QoS perceived by the customer)다. 이러한 고객들은 그들이 경험한 서비스 품질과 그들의 요구 조건을 비교함으로써 최종적으로 서비스 품질을 평가하게 된다. ITU는 [3]에 QoS 파라미터들을 정의하고 있다.

QoS와 NP는 상호 연관된 것이다. 높은 네트워크 성능을 보장하는 것은 성공적으로 서비스를 제공하는데 있어 필수적이다. 제공되는 QoS의 파라미터들은 네트워크와 관련된 것과 네트워크와 관련되지 않은 것으로 나눌 수 있다. 이 중에서 네트워크와 관련된 파라미터들은 NP 파라미터로 바꿀 수 있다. 이러한 파라미터들의 목표값은 할당된다. 달성된 네트워크 성능은 파라미터의 측정을 바탕으로 얻어지며 네트워크 프로바이더에 대한 피드백을 제공한다. 달성된 NP와 네트워크와 관련되지 않은 QoS의 조합은 달성된 QoS를 구성한다.

3. IETF 접근법

IETF는 Intrinsic QoS에 집중하고 있으며 Perceived QoS는 다루지 않는다. 이러한 사실은 IETF의 주 목표가 인터넷 구조와 그 개발, 신뢰성(dependability) 및 효과성이라는 사실에서 기인한다. IETF는 QoS를 “어떤 플로우를 전송하면서 네트워크에 의해 만족되어야 하는 서비스 요구 사항들의 집합 (A set of service requirements to be met by the network while transporting a flow [7])”과 같이 이해하고 있다. 이것은 ITU/ETSI에 의해 정의된 네트워크 성능(NP)의 개념에 상응하는 것으로 파라미터들로 정의되어 있다.

지난 몇 년 동안 IETF는 IP 네트워크에서 QoS를 보장하는 것에 대해 많은 관심을 쏟아 왔다. IETF는 인터넷을 위한 여러 가지 QoS 메커니즘들을 개발했으며, IntServ [8]와 DiffServ [9]라는 두 개의 중요한 네트워크 구조를 제안했다. IETF는 Resource Reservation Protocol (RSVP) 시그널링 프로토콜을 표준화 했는데, 이는 원래 IntServ 모델의 구현을 위해 의도된 것이었으나 이후 다른 목적들에 대해 확장되었다. 또한, QoS에 대한 포괄적인 접근법으로써 IP-QoS 구조에 대한 개념을 개발하였으며, 몇 가지 솔루션들을 제안하였다. IETF는 특정한 네트워크 구조를 구성하는 트래픽 미터, 패킷 마커, 드래퍼, 스케줄러와 같은 네트워크 컴포넌트들의 특정한 파라미터들뿐만 아니라 구조와 무관한 QoS 파라미터들을 몇 가지 제안하였다. 네트워크 컴포넌트들의 파라미터와 패킷이 경험하게 되는 품질(quality) 사이에는 밀접한 관계가 있다.

Network Manias

Analyze Trends, Technologies and Market

4. QoS 파라미터

패킷 네트워크에서 Intrinsic QoS는 적어도 다음과 같은 파라미터들의 집합에 의해 표현된다. 이 파라미터들은 대부분의 IP 기반 서비스들에 대해 의미가 있는 것들이다.

- 대역폭 혹은 쓰루풋 - 서비스에 대해 가용한 사용자 데이터를 전달하는 속도 혹은 달성될 수 있는 목표 쓰루풋
- 딜레이 - 네트워크를 통해 전달되면서 패킷이 경험하게 되는 딜레이. 딜레이는 end-to-end 혹은 특정한 네트워크 엘리먼트에서 고려될 수 있다.
- 지터 - IP 패킷 전달 딜레이에 있어서의 변화. 지터 역시 end-to-end 혹은 단일 네트워크 엘리먼트에서 고려될 수 있다.
- 패킷 손실률 - 전체 보내어진 패킷에 대해 전달되지 않은 패킷 수의 비율.

이러한 파라미터들은 패킷들이 네트워크를 통과해 가는 과정에서 겪게 되는 처리를 기술한다. 이들은 QoS를 보장하기 위해 사용되는 네트워크 구조 컴포넌트의 특정한 파라미터들로 변환될 수 있으며, 최종적으로 네트워크 엘리먼트의 구성에 매핑 된다. 또한 이들은 네트워크와 네트워크 장비의 능력을 구현하는데 사용되는 프로토콜과도 밀접한 관련이 있다.

게다가, Intrinsic QoS는 어플리케이션의 요구뿐만 아니라 네트워크 구조에 의해 결정되는 다음과 같은 특성을 가질 수도 있다.

- End-to-end (예를 들면, IntServ 모델) 혹은 특정한 하나 혹은 여러 도메인(예를 들면, DiffServ 모델)에 국한되는 특성.
- 모든 트래픽 혹은 단지 특정한 세션 혹은 여러 세션들에 적용되는 특성.
- 단방향 혹은 양방향 특성.
- 보장형 혹은 통계형 특성 (guaranteed or statistical).

흔히 QoS는 종단 호스트들 사이의 end-to-end 통신 특성에 해당한다. 이것은 피어(peer)들 사이의 전체 경로(path)를 따라 보장되어야 한다. 그러나, 이 경로는 다양한 네트워크 프로바이더에 속해 있는 여러 자치 시스템(autonomous system)을 가로지르는 것일 수도 있다. 그러면, 모든 자치 시스템의 성능은 최종 서비스 품질을 구성하게 된다.

Perceived QoS 파라미터들은 대부분 정의하기가 훨씬 어렵다. 이들은 단지 네트워크 구조, 기술 혹은 서비스 품질을 보장하기 위해 사용되는 메커니즘에만 의존하는 것이 아니다. 이들은 흔히 다른 항목들로 표현되는 것들로, 네트워크 구조와 상관없이 어느 정도 특정한 네트워크 파라미터들로 변환될 수 있는 것들이어야 한다. Perceived QoS 파라미터들의 광범위한 집합의 예가 ITU에 의해 제안되었다 [3]. 이 파라미터들은 다음과 같은 측면과 관련된 네 개의 부집합으로 나뉘어진다.

- Service support

Network Manias

Analyze Trends, Technologies and Market

- Service operability
- Service servability
- Service security

일반적으로, 서비스 지원(service support)는 어떤 서비스를 제공할 수 있는 프로바이더의 능력을 반영하며 그 이용도(utilization)에 있어서의 지원(assist)을 나타낸다. Service operability와 관련된 파라미터들은 사용자에게 의해 동작될 수 있는 서비스의 능력을 정의한다. Servability와 관련된 파라미터들은 사용자에게 의해 요청되었을 때 얻어지고 요청된 기간 동안 과도한 결함 없이 계속해서 지원될 수 있는 서비스 능력을 결정한다. Service security는 권한이 없는 감시, 부정 사용, 자연적인 재해, 그리고 다른 결함에 대한 서비스의 보호 수준을 규정한다 [5].

5. Class of Service

CoS는 특정한 서비스에 대해 가용한 특성들을 기술하는 광범위한 개념의 용어다. IETF와 ITU-T 모두 CoS 용어를 정의하고 있다. IETF에 의해 정의된 CoS는 “특정한 유형의 QoS의 언어적 의미와 파라미터들에 대한 정의 (The definitions of the semantics and parameters of a specific type of QoS)”[7]과 같다. CoS에 대한 ITU-Telecommunications Standardization Sector (ITU-T)의 정의는 [10]에서 발견된다. 동일한 클래스에 속한 서비스들은 동일한 파라미터 셋에 의해 기술되며, 이러한 파라미터 셋은 정량적 혹은 정성적인 값을 갖는다. 흔히, 특정 클래스에 대한 파라미터 셋은 어떤 구체적인 값을 할당하지 않고 정의되지만, 이러한 값들에 대해 한계를 규정할 수 있다.

서비스 분류의 개념은 상대적으로 성숙되지 않았다. 예를 들어, 원래의 IP가 패킷들을 분류하는 어떤 단순한 방법을 제공하기 위해 의도된 것이었지만, 이러한 IP의 능력은 좀처럼 사용되지 않고 있다. ATM 네트워크에서도 트래픽은 클래스들로 나뉘어진다. 현재, 구체적인 서비스 클래스들이 IETF에 의해 제안된 IntServ나 DiffServ 같은 IP-QoS 구조들 내에 정의되어 있다. Guaranteed, Controlled Load, 그리고 Best Effort의 세 클래스는 IntServ 구조에서 정의된 것이다. DiffServ에서도 초기에는 세 개의 클래스(Olympic, premium, 그리고 best effort)가 정의되었었다. 그러나, 현재 이러한 분류는 역사적인 중요성만을 가질 뿐이다.

ITU-T는 IP 전송 능력(transfer capability)을 소개하였는데, 이는 CoS와 관련이 있다 [11]. 다음과 같은 세 가지 전송 능력이 정의되어 있다.

- Dedicated bandwidth (DBW) IP transfer capability
- Statistical bandwidth (SBD) IP transfer capability
- Best effort (BE) IP transfer capability

각 IP 전송 능력은 서비스 모델, 트래픽 기술자(traffic descriptor), 순응 정의(conformance definition), 그리고 QoS 코멘트에 의해 특성 지어진다. IP 전송 능력이 IETF QoS 구조에서 정의된 CoS와의 호환성을 갖도록 하려는 노력이 진행중이다. 예를 들어, DBW는 guaranteed service와 EF PHB에 기반을 둔 end-to-end

Network Manias

Analyze Trends, Technologies and Market

service와 관련이 있다.

6. Grade of Service

GoS의 개념은 높은 수준의 요구사항과 관련해서 서비스를 분류할 때 간혹 사용된다. 생존성(survivability) 문제나 자연적인 재앙에 의한 커넥션의 물리적 손상 가능성이 GoS의 개념 차원에서 고려될 수 있다. 예를 들어, working path와 물리적으로 구분되는 protection path를 제공하느냐 그렇지 않느냐 하는 측면에서 서비스들을 차등화 할 수 있다. 손상 가능성이 낮은 지역을 가로지르는 경로를 통해 커넥션을 제공할 수 있는가 하는 것도 하나의 기준이 될 수 있다. 예를 들어, 전용선 서비스나 광 네트워크에서 스위치드 커넥션(switched connection)에 대해 GoS를 적용할 수 있다.

7. Specification of a Contract between the Customers and the Service Provider

ITU의 정의에 따르면, SLA는 “서비스 특성의 수준 및 그와 관련된 성능 측정 기준들의 집합에 관한 고객과 서비스 프로바이더 사이의 협상된 합의 (a negotiated agreement between a customer and the service provider on levels of service characteristics and the associated set of metrics)”이며, “SLA의 내용은 제공되는 서비스에 따라 달라지며 협상된 합의에 대해 요구되는 특성들을 포함한다 (The content of SLA varies depending on the service offering and includes the attributes required for the negotiated agreement)” [12]. SLA는 그 계약에 서명한 양자의 이름을 포함하는 문서의 형태일 수도 있다. [12]에 의하면, SLA는 서비스 수준에 대한 목표 (service level objectives), 서비스 감시 요소 (service monitoring components), 그리고 재정적인 보상 요소 (financial compensation components)로 구성된다. 서비스 수준에 대한 목표는 QoS 파라미터나 제공되는 서비스의 클래스, 서비스의 가용성(availability) 및 신뢰성(reliability), 인증 문제, SLA 소멸 날짜 등과 같은 것들을 포함한다. 서비스 감시는 서비스 품질을 측정하는 방법과 서비스가 SLA를 따르는지를 평가하는데 사용하는 파라미터들을 규정한다. 이것은 서비스 사용에 관한 보고서의 형태나 보고서의 전달 빈도에 관한 합의를 포함할 수도 있다. 재정적인 요소는 요금 청구 방식 (billing option), 계약 파기에 대한 위약금 등을 포함할 수도 있다 [12].

IETF도 “고객이 받을 포워딩 서비스를 규정하는 고객과 서비스 프로바이더 사이의 계약 (a service contract between a customer and a service provider that specifies the forwarding service a customer should receive)”처럼 비슷한 방식으로 SLA를 정의하고 있다 [9]. SLA는 고객이 알기 쉬운 방식으로 나타내어져야 한다. SLA는 서비스의 기본적인 특성과 전달된 서비스가 계약과 일치하는지를 평가하는 잘 정의된 애매하지 않은 기준들을 포함한다. 한편으로는 고객에게 부과되는 한계가 분명해야 한다.

SLA는 서비스 프로바이더뿐만 아니라 고객에 의해 계약이 파기되는 경우에 대한 책임 규정을 반드시 포함하고 있어야 한다. SLA는 ITU에 의해 정의된 것들과 같은 다른 파라미터들도 포함하고 있다. IETF 정의에 대해서, SLA는 적어도 부분적이거나 TCA를 구성하는 트래픽 컨디셔닝에 관한 규정도 포함할 수 있다.

Network Manias

Analyze Trends, Technologies and Market

요약하면, SLA는 기술적인 특성과 서비스에 관련된 파라미터는 물론, 비용 청구, 그리고 법적인 측면까지도 포함하는 광의의 용어이다.

SLS (service level specification)의 개념은 SLA의 계약으로부터 기술적인 부분을 분리시키기 위해 도입되었다. IETF는 “어떤 트래픽을 정의하는 파라미터들의 집합과 그들의 값 (a set of parameters and their values which together define the service offered to a traffic)”과 같이 SLS를 정의하고 있다 [13]. 달리 말하면, SLS는 특정한 서비스와 관련된 네트워크 파라미터 셋의 값을 정의한다. IP 전송 서비스는 SLS에 의해 기술적으로 기술된다. SLS의 기초적인 내용을 구성하는 기본적인 파라미터 셋을 규정하려는 작업이 현재 진행중이다.

TCA (traffic conditioning agreement)는 패킷 분류(packet classification) 규칙과 속도(rate)와 버스트 사이즈(burst size)와 같은 트래픽 스트림의 순간적인 특성에 대한 기술로써의 트래픽 프로파일을 규정하는 합의(agreement)다. 고객은 계약된 트래픽 프로파일에 따라 트래픽 스트림이 생성되도록 조절할 의무가 있다. 고객의 트래픽이 트래픽 프로파일에 순응하도록 하기 위해, 특정한 미터링(metering), 마킹(marking), 디스카딩(discarding), 그리고 셰이핑(shaping)에 관한 규칙들이 정의된다. 프로파일을 따르지 않는 패킷들에 대한 처리도 TCA에 의해 규정된다. 게다가, IETF의 정의에 따르면, “TCA는 SLA 내에 분명하게 규정된 모든 트래픽 컨디셔닝 규칙과 그와 관련된 서비스 요구사항으로부터의 혹은 DiffServ 도메인의 서비스 제공 정책으로부터의 모든 묵시적인 규칙들을 포함한다. (TCA encompasses all of the traffic conditioning rules explicitly specified within a SLA along with all of the rules implicit from the relevant service requirements and/or from a DiffServ domain’s service provisioning policy)” [9].

TCS (traffic conditioning specification)은 클래스피어의 규칙과 트래픽 프로파일을 애매하지 않도록 규정하는 할당된 값을 가진 파라미터들의 집합이다. TCS는 TCA의 기술적인 부분이다. TCS는 SLS의 핵심적인 요소이기도 하다 [13].

SLA, SLS, TCA, 그리고 TCS 사이의 상관관계가 그림 2에 보이고 있다.

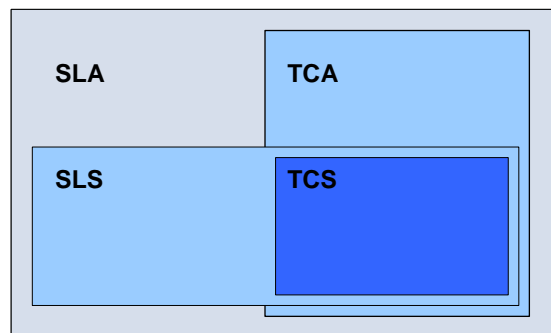


그림 2. SLA, SLS, TCA, 그리고 TCS 사이의 상관 관계.

Network Manias

Analyze Trends, Technologies and Market

8. IP 네트워크에서 Intrinsic QoS를 지원하는 구조와 관련된 용어

IP 네트워크에서 Intrinsic QoS를 보장하는 수준은 서비스 되는 트래픽에 할당된 자원의 양에 의해 결정된다. 자원 할당(resource allocation)을 위해서 다양한 자원 관리(resource management) 기술들이 사용될 수 있다. IP 네트워크에서 자원 관리 기술들은 다음과 같이 구분할 수 있다:

- Overprovisioning (오버프로비저닝)
- Explicit resource management (엄밀한 자원 관리)

오버프로비저닝은 네트워크 자원을 할당함으로써 그 네트워크가 어떤 통신 시스템의 병목(bottleneck)이 되지 않도록 하는 것이다. 이와 같은 방식으로 관리된 네트워크에서는 사용자들의 플로우가 모두 단일 서비스 클래스에 속하기 때문에, 모든 트래픽은 동일한 QoS 레벨로 서비스되며 그 구조는 매우 간단해진다. 오버프로비저닝에 대한 주된 찬성론은 새로운 전송 기술, 특히 DWDM이 매우 높은 대역폭을 제공한다는 사실이다. 일반적인 반대론은 대역폭의 사용량은 대역폭의 증가 속도만큼 빠르게 증가한다는 것이다. 다른 반대론은 이 기술이 서로 다른 사용자의 트래픽을 차별화 할 수 없기 때문에 인터넷 서비스 프로바이더(ISP)들에게는 엄밀하게 자원을 관리하는 것(explicit resource management)보다 더 적은 수익을 가져준다는 것이다. 예를 들어, 고객들에 대해 서로 다른 요금표를 사용할 수 없다.

엄밀한 자원 관리 기술들은 모든 서비스 되는 플로우들을 다양한 QoS 레벨을 갖는 몇 개의 트래픽 클래스로 나누는 개념에 바탕을 두고 있다. 이것은 표준 IP 네트워크에 추가적인 트래픽 제어 메커니즘들을 도입하는 것을 전제로 한다. 이러한 트래픽 제어 메커니즘에는 어드미션 컨트롤(admission control), 폴리싱(policing), 클래스 피케이션(classification), 그리고 스케줄링(scheduling) 같은 것들이 있다. 클래스 기반의 자원 관리를 하는 IP 네트워크에 대해 잘 정리된 표준화된 구조가 두 가지 있으며, 이들이 바로 IntServ와 DiffServ다. 이 두 구조 사이의 기본적인 차이는 네트워크에서 독립적인 처리를 받는 트래픽의 입자성(granularity)이다.

IntServ는 IP 네트워크의 첫번째 QoS 모델로, 다음과 같은 가정을 바탕으로 개발되었다 [8].

- 자원은 어플리케이션의 요구사항을 만족시키기 위해 어플리케이션에 의해 분명하게 관리되어야 한다.
- 새로운 구조는 기존의 베스트 에포트 IP 네트워크 모델을 확장한 것이어야 하며, 예상되는 QoS 레벨로 실시간 및 탄력적인 어플리케이션을 지원할 수 있어야 한다.
- 데이터 플로우들(microflows)은 독립적으로 서비스되며 다른 데이터 플로우에 영향을 줄 수 없다.

IntServ 구조는 guaranteed service (GS)와 controlled load service (CL)의 두 가지 서비스 클래스를 제공한다. 이들은 각각 ITU-T에 의해 정의된 DBW와 SBW 전송 능력(transfer capability)과 관련이 있다. 이러한 서비스 클래스와 RSVP는 IntServ 구조의 기본적인 빌딩 블록이다. GS와 CL은 데이터 경로 상의 단일 노드에서의 플로우들의 처리 방식을 규정하며, 시그널링 프로토콜과 함께 사용될 때는 end-to-end로 어플리케이션에 대한 QoS guarantee를 제공한다. GS는 실시간 어플리케이션을 위해 개발되었다. 이것은 유체 모델(fluid model)과 유사한 것에 바탕을 두고 있으며, 모든 순응하는 패킷들에 대해 전송 대역폭과 큐잉 손실이 발생하지 않도록 보장하면서 end-to-end 전송에 있어서의 큐잉 딜레이의 최대 한계를 보장한다. CL 서비스는 요구

Network Manias

Analyze Trends, Technologies and Market

자에게 살짝 부하가 걸린 조건 하에서 제어되지 않는 (BE) 트래픽에 제공되는 것과 매우 유사한 서비스를 제공한다.

RSVP는 센터와 리시버 사이의 데이터 경로를 따라 자원 예약을 하는데 사용되는 end-to-end 시그널링 프로토콜로써 IntServ 모델을 위해 사용된다. RSVP는 인증(authentication) 및 권한 부여(authorization) 목적으로도 사용될 수 있다.

IntServ/RSVP 구조에서 per microflow service guarantee는 잘 알려진 확장성 문제를 유발시킨다. 이것은 RSVP 시그널링의 처리 문제일 뿐만 아니라 모든 노드에서 개별적인 스트림을 처리(예를 들면, microflow policing, classification, scheduling과 같은 문제)하는 문제이기도 하다.

DiffServ 모델은 역시 IETF에 의해 개발된 대안적인 QoS 모델이다. 이 모델의 기본적인 가정은 네트워크의 코어에서 확장성(scalability)을 얻는 것이다. 네트워크에 의해 제공되는 서비스의 숫자를 제한함으로써 코어 노드들의 구조를 단순화 시키는 구조가 DiffServ 네트워크 확장성의 가장 중요한 요인들이다.

[9]에 명시된 것처럼, DiffServ 구조에서 어떤 네트워크로 들어가는 트래픽은 분류되며 그 네트워크의 경계에서만 조건이 부여되고 다른 BA(behavior aggregate)에 할당된다. DiffServ BA은 특정한 방향으로 링크를 지나가는 동일한 DiffServ Codepoint (DSCP)를 가진 패킷들의 집합이다. 이것은 QoS를 보장하는 것이 IntServ에서처럼 데이터가 전송되는 한 방향으로만 적용되도록 한다. 서비스의 개수는 64개로 제한된다.

DiffServ 모델에서 개별적인 플로우들은 미리 정의된 서비스들 중에서 하나를 선택하며, 동일한 서비스를 선택한 다른 플로우들과 같은 방식으로 서비스 된다. 동일한 서비스에 의해 서비스 되는 플로우들/패킷들은 하나로 통합되며(aggregate) 동일한 수준의 QoS를 경험하게 된다. 어떤 네트워크 노드에 의한 통합된 패킷 처리를 PHB(per-hop behavior)라 하며 “어떤 DiffServ 노드에서 DiffServ aggregate에 적용되는 외부에서 관측 가능한 포워딩 행동 (externally observable forwarding behavior applied at a DiffServ-compliant node to a DiffServ aggregate)”같이 정의된다 [9]. PHB는 버퍼나 대역폭 같은 자원의 관점에서 규정될 수도 있으며, 다른 PHB들에 대한 상대적인 우선순위, 혹은 딜레이나 로스(loss)와 같은 상대적으로 관측 가능한 트래픽 특성의 관점에서 규정될 수도 있다. 현재 두 종류의 PHB가 정의되어 있다.

- Expedited Forwarding (EF) PHB – 실시간 트래픽에 대해 적용되며 DBW 전송 능력(transfer capability)와 관련됨.
- Assured Forwarding (AF) PHB – 탄성적인 트래픽에 대해 적용되며 SBW 전송 능력과 관련됨.

DiffServ 모델에서 PHB들은 엄격하게 규정되지는 않으며 오직 하나의 DiffServ 도메인 내에서만 동일하다. PHB들은 DiffServ에서 서비스들의 기본적인 빌딩 블록이다. 하나의 DiffServ 도메인은 동일한 PHB 메커니즘을 구현하고 공통된 서비스 제공 정책을 가지고 운용되는 연속적인 DiffServ 노드들의 집합이다. 한 DiffServ 도메인의 모든 노드들은 동일한 방식으로 데이터 스트림을 처리한다. DiffServ 도메인은 DiffServ 경계 노드들로 구성된 잘 정의된 네트워크 경계를 가지게 된다. 이러한 경계 노드들은 입력되는 트래픽을 분류하고 필요한 경우 어떤 조건을 붙이기도 한다. DiffServ 영역(region)은 하나 혹은 그 이상의 연속적인 서로 함께 동작하는

Network Manias

Analyze Trends, Technologies and Market

DiffServ 도메인들의 집합이다. 어떤 DiffServ 영역 내의 DiffServ 도메인들은 내부적으로 서로 다른 PHB group들을 지원할 수도 있다. 이런 경우 DiffServ 도메인 사이에 트래픽 컨디셔닝이 필요하다.

어떤 DiffServ 도메인에서 특정한 PHB 혹은 PHB들의 그룹과 트래픽 컨디셔닝 요구 조건들은 PDB (per-domain behavior)를 생성한다. PDB는 어떤 DiffServ 도메인의 입력 에지와 출력 에지 사이에서 트래픽 애그리게이트(traffic aggregate)이 받게 될 예상되는 처리를 말한다. 따라서, PDB는 그 도메인을 지나가는 플로우들에 적용되는 서비스로 볼 수 있다.

액세스 네트워크에 대한 DiffServ 구조의 응용은 Dynamic SLA를 사용할 것을 강요한다. Dynamic SLA의 경우, 서비스 요청과 네트워크의 자원 관리에 대해 어느 정도 시그널링을 필요로 한다. 이동하는(roaming) 사용자가 있는 모바일 IP 네트워크는 Dynamic SLA를 사용하는 하나의 예이다. Dynamic SLA를 구현하는 가능한 한 가지 방법은 밴드위쓰 브로커(bandwidth broker)를 도입하는 것이다. 밴드위쓰 브로커는 DiffServ 도메인에 대한 중앙집중화 된 CAC 결정을 수행한다.

DiffServ와 IntServ 구조를 비교하면, 이 두 가지 구조는 서로 상보적인 관계에 있음을 알 수 있다. (표 1을 보시오.) IETF는 IntServ와 DiffServ 구조에 대한 상호연동 구조(interoperability framework) 제안했다 [14]. 통합된 IntServ-DiffServ 모델은 end-to-end로 QoS를 제공하기 위해 사용된다. 코어에서 microflow 단위의 서비스를 피하기 위해, 제안된 구조는 통합된 IntServ microflow들을 지원하기 위해 코어에서 DiffServ를 사용한다. IntServ 모델은 이런 네트워크의 액세스 부분에서 사용되며, QoS 요구 조건들을 나타내기 위해 필요한 메커니즘들을 어플리케이션들에게 제공한다. 통합된 모델은 사용자-네트워크 QoS 시그널링 인터페이스를 제공하며 자원에 대한 요구들을 네트워크로 전달한다. QoS 시그널링은 end-to-end로 이루어진다. 즉, 통신 단말들 사이에서 이루어진다. 플로우 단위의 자원 예약과는 별도로, RSVP 시그널링이 DiffServ 도메인에서 자원 관리를 돕기 위해 사용될 수 있다. DiffServ를 지원하는 RSVP에 대한 확장에 관한 연구가 현재 진행 중에 있다.

서비스 품질의 맥락에서 종종 언급되는 다른 기술은 MPLS이다. 이것은 실제로 IP QoS에 있어 중요한 역할을 한다. 그러나, QoS에 있어서 MPLS의 역할이 IntServ나 DiffServ의 그것과는 다르기 때문에, MPLS를 IntServ나 DiffServ와 같은 맥락에서 이해하는 것은 잘못된 것이다. IntServ와 DiffServ 네트워크 모델은 OSI 레이어 2 기술과는 무관하며, 하나의 IP 네트워크에서 서로 다른 전송 기술들을 통합할 수 있는 IP 네트워크에 대한 일반적인 QoS 구조를 정의한다. MPLS는 ATM이나 Frame Relay와 같은 계층 2 및 계층 3에서 정의되는 다른 네트워크 기술이다. MPLS는 원래 서비스 품질을 강조하기 보다는 라우터에서 패킷 포워딩을 단순화 시킬 의도로 개발되었다. 현재, MPLS의 주된 용도는 트래픽 엔지니어링과 VPN을 지원하는 것이다. MPLS의 어떤 특징들은 QoS 보장을 용이하게 할 수 있다. 이것은 IntServ와 DiffServ의 능력을 IP 환경을 뛰어넘어 더 광범위한 플랫폼으로 확장 시킬 수 있다. 이것은 또한 ATM 네트워크나 FR 네트워크를 통해 IP QoS 서비스를 제공하는 것을 용이하게 한다. Load balancing, flow control, explicit routing, 그리고 tunneling과 같은 다른 MPLS 특징들도 QoS의 관점에서 중요한 것들이다.

Network Manias

Analyze Trends, Technologies and Market

Feature	IntServ	DiffServ
QoS assurance	Per-flow	Per-aggregate
QoS assurance range	End-to-end (application-to-application)	Domain (edge-to-edge) or DiffServ region
Resource reservation	Controlled by application	Configured at edge nodes based on SLA
Resource management	Distributed	Centralized within DiffServ domain
Signaling	Dedicated protocol (RSVP)	Based on DSCP carried in IP packet header
Scalability	Not recommended for core networks	Scalable in all parts of network
Class of Service	Guaranteed Service Controlled Load Service Best Effort Service	Best Effort and a set of mechanisms for CoS design (EF and AF PHBs)

표 1. IntServ와 DiffServ 구조의 비교

9. 결론

이 문서의 목적은 IP 네트워크에서의 QoS와 관련된 용어를 분명히 하는 것이다. 앞에서 보인 바와 같이 대부분의 혼동은 QoS 용어 그 자체이다. 이것은 문맥에 따라 다양한 의미로 사용된다. 우리는 그러한 의미들을 논하고 비교하였으며, 몇몇 표준화 기구에 의해 개발된 정의들을 소개하였다. 다른 중요한 용어들에 대한 개요 및 IP QoS 구조에서 사용되는 용어들도 다루었다.

참고문헌

- [1] W.C. Hardy, *QoS measurement and evaluation of telecommunications quality of service*, Wiley, 2001.
- [2] ETSI, "Network Aspects (NA); General Aspects of Quality of Service (QoS) and Network Performance (NP)," Tech. Rep. ETR003, 2nd ed., Oct. 1994.
- [3] ITU-T Rec. E.800, "Terms and Definitions Related to Quality of Service and Network Performance Including Dependability," Aug. 1993.
- [4] ITU-T Rec. I.350, "General Aspects of Quality of Service and Network Performance in Digital Networks, including ISDNs," March 1993.
- [5] ITU-T Rec. Y.1541 (also known as I.380), "Internet Protocol Data Communication Service –IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters," Feb. 1999.
- [6] ITU-T Rec. G.1000, "Communications Quality of Service: A Framework and Definitions," Nov. 2001.
- [7] E. Crawley et al., "A Framework for QoS-Based Routing in the Internet," IETF RFC 2386, Aug. 1998.
- [8] R. Braden, D. Clark, and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview," IETF RFC 1633, June 1994.
- [9] S. Blake et al., "An Architecture for Differentiated Services," IETF RFC 2475, Dec. 1998.
- [10] ITU-T Rec. E.417, "Framework for the Network Management of IP-Based Networks," Feb. 2001.
- [11] ITU-T Rec. Y.1221, "Traffic Control and Congestion Control in IP Based Networks," March 2002.
- [12] ITU-T Rec. Y.1241, "Support of IP-based Services Using IP Transfer Capabilities," March 2001.
- [13] D. Grossman, "New Terminology and Clarifications for DiffServ," IETF RFC 2360, Apr. 2002.
- [14] Y. Bernet et al., "A Framework for Integrated Services Operation over DiffServ Networks," IETF RFC 2998, Nov. 2000.
- [15] J. Gozdecki, A. Jajszczyk, and R. Stankiewicz, "Quality of Service Terminology in IP Networks," IEEE Comm. Mag. March 2003, pp. 153-159.
- [16] 김학용, "QoS 기술의 이해 (Understanding of QoS Technologies)," Netmanias-wp-sub-104, Feb. 2003.