

# Multi DiffServ Network에서 효율적인 Service Class 의 DSCP 적용 기법

## DSCP Scheme of Effective Service Class in Multi DiffServ Networks

김태욱, 백승원, 이동춘

호원대학교 컴퓨터학부

### 요 약

DiffServ Network DSCP(Differentiated Service Code Point)는 8bit로 구성되어 있고, 그 중 6bit만 사용되고, 나머지 2bit는 비워져 있는 상태로 있다. 이 2bit를 사용하여, DF(Default Forwarding), EF(Expedited Forwarding), AF(Assured Forwarding)의 DSCP 에 각각의 Service Class Code Point를 부여해서 사용자의 패킷을 구분하여 서비스하는 Diffserv 같은 경우 상용화가 되었을 때, Diffserv를 서비스하는 망에서 동일한 Diffserv 정책을 설정해서 사용할 수 있는 기법을 제안한다.

### 1. 서론

인터넷의 환경이 급속도로 변하는 요즘 IP 기반의 Network에서 QoS(Quality of Service)의 적용은 반드시 이루어져야 할 필수 요소로 자리잡았다. IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 초창기 이러한 QoS의 지원을 위해 RSVP(Resource ReServation Protocol) Signaling Protocol을 사용하는 IntServ 방식을 제안하였지만, Core Router 부분에서 수백만의 자원 예약 프로세스가 발생하게 되고, 만약 토폴로지 변화가 발생할 경우, 모든 자원 예약이 새로 수립되어야 한 다는 치명적인 단점을 가지고 있다. 또한 네트워크 사용료 청구과정에서도 사용료의 계산이 너무 복잡하고, 각 플로우가 요구하는 서비스 등급의 수에 제한이 없기 때문에 요금 부과도 그만큼 복잡하게 된다. 이를 보완하기 위하여 IETF에서는 Diffserv를 제안하게 되었다. 또한 Diffserv는 IP 패킷의 QoS 필드를 DS(Differentiated Service) 필드라 재명명하고 DS 바이트를 단순DS 필드나 다중필드에 입력함으로써 IntServ에 비해 극히 적은 수의 서비스 클래스만을 생산하게 되었다. 또한 PHB라는 새로운 홉 전달 방식을 도입하여 flow가 아닌 클래스별로 코어 라우터에서 서비스를 지원함으로써 확실성이 부족한 IntServ의 문제점을 해결하였다.

DiffServ 에서는 EF Class, AF Class, DE Class가 있다. Diffserv Network 특성상 Service Class에서 최우선순위를 가지는 것을 최하위순위로 바꿀 수도 있다. 단일 Network에서는 Network 정책을 동일하게 하여, 적용할 수 있지만 Multi Network에서는 ISP(Internet Service Provider)의 특성 등

을 감안해, 동일한 정책을 적용하기가 쉽지 않다. 그러므로 패킷을 전송을 하더라도 Service가 동일하지 않기 때문에 이 패킷은 Code Point 값을 상실하였으므로, Service Class Code Point에 해당하는 서비스를 받을 수 없게 되는 것이다.

본 논문에서는 동일한 정책이 아니더라도 Service를 할 수 있도록 DSCP 8bit 중에서 현재 쓰고 있는 않는 2bit를 사용하여 Service Class Code 를 부여해서 Multi DiffServ 망에서도 해당 Service를 받을 수 있는 기법을 제안하고자 한다.

## 2. Multi DiffServ 망

DiffServ는 경계 라우터(Edge Router)에서 3개의 Service Class, EF(Expedite Forwarding)

AF(Assured Forwarding), DE(Default Forwarding)로 구분하여 DSCP값을 설정한 후 코어라우터(Core Router)로 보내면 코어 라우터는 이 DSCP(Differentiated Service Code Point) 값을 보고 PHB(Per Hop Behavior)를 수행한다. DSCP 값을 IP Header의 TOS(Type of Service) byte의 8bit중 6bit를 사용하여 DSCP값을 설정하므로 패킷 별로 차등화된 서비스를 제공하는 것이다.

예를 들면 사용자 A는 ISP(Internet Service Provider)와 SLA(Service Level Agreement)를 협정을 맺고 사용자 B에게 데이터를 전송하기 위해 경계 라우터로 패킷을 전송한다. 경계 라우터에서는 적절한 PHB를 부여하고 계약을 위반하는지를 판단한 다음 트래픽 조절을 한다. 이때 PHB 부여 방법은 SLA계약에 맞는 DSCP 값을 DS필드나 다중필드에 입력하는 것이다. 코어 라우터에서는 입력된 DSCP 값을 구별하여 PHB를 알아내고 기본정책에 따라 패킷을 적합한 큐에 큐잉을 하고 다음 홉으로 전달한다. 특히, 코어 라우터에서는 패킷의 DSCP 값만으로 패킷을 처리하므로 각 플로우 마다 각 상태를 유지할 필요가 없을 뿐만 아니라 각 플로우별로 재 분류하여 처리해 줄 필요가 없어지므로 단순히 패킷을 다음 홉으로 포워딩 할 수 있다. 이러한 과정을 거쳐 호스트 A의 데이터는 호스트 B까지 요청된 QoS 보장을 받으면서 전송된다. 이처럼 코어 라우터에서의 패킷 처리가 단순해지게 된 것은 홉과 홉 사이의 패킷 전달을 새롭게 제시한 PHB 개념의 도입 때문이다. PHB는 한 라우터에서 다른 라우터로 트래픽 전달하는 기본 방침이며, 각 라우터에서 동일한 DSCP값을 가지는 패킷들의 집합인 BA(Behavior Aggregate)에 자원을 할당해 주는 방식이다.

### 2.1 Service Class

DiffServ에서는 EF Class, AF Class, 그리고 DE Class가 있다. 여기서 AF Class가 4개 (AF1, AF2, AF3, AF4)로 분리가 되므로 실제적으로 지원되는 Class는 6개 이다.

DF(Default Forwarding) Class는 현재 인터넷에서 통용되고 있는 Best Effort 와 같은 수준의 서비스를 말하며 특정 QoS서비스를 요구하지 않는 모든 패킷에 대해 적용된다. 이 Class에 대한 서비스 수준은 다른 PHB의 출력 링크의 요구가 없을 때 서비스해 주는 것을 원칙으로 하지만 항상 최소한의 자원을 할당해 놓아야 하고 반드시 수용 되어 질 수 있어야 한다. EF(Expedite Forwarding) Class는 DiffServ에서 최고 수준의 서비스로써 VoIP(Voice of IP)나 비디오 컨퍼런스

등과 같이 낮은 loss, 낮은 delay, 낮은 Jitter 그리고 확고히 보장된 대역폭을 요구하는 서비스들 수준에 적합한 PHB이다. 서비스 지원 개념은 집합체로써의 큐에 도달하는 최대 입력율이 최소 출력율보다 항상 작도록 하여 큐 길이를 최대한 짧게 관리함으로써 QoS를 적극 보장하도록 되어있다. AF(Assured Forwarding) Class는 AF PHB는 TCP를 기반으로 하는 트래픽을 위한 PHB로서 크게 4개의 클래스로 나누어지며 각 클래스는 Physical하게 나누어진 자기 자신의 큐에 서비스됨으로써 자기 독립적인 대역폭 관리가 가능하다. 또한 각 클래스 안에서 세 가지의 폐기 우선순위 적용시켜 세부적으로 12가지의 클래스로 재 구분한다. AF PHB에 속하는 트래픽은 망의 혼잡 상태에서도 트래픽의 최소 전송 속도를 보장하고 대역폭의 여유가 있으면 계약사항을 초과하여 서비스 받을 수 있다.

## 2.2 Multi DiffServ Service Class 문제점

Diffserv에서는 EF Class, AF Class, DE Class가 있다. Diffserv Network 특성상 Service Class에서 최우선순위를 가지는 것을 최하위순위로 바꿀 수도 있다. 단일 Network에서는 Network 정책을 동일하게 하여, 적용할 수 있지만 Multi Network에서는 ISP(Internet Service Provider)의 특성 등을 감안해, 동일한 정책을 적용하기가 쉽지 않다. 예를 들면 A와 C Network에서는 Diffserv의 EF Class, DF Class, Service를 가진다. 그러나 B Network에서는 Network의 특성상 AF Class 서비스를 한다 이렇게 되면 A Network에서 EF Class 서비스를 받는 EF이 B Network에서는 최우선순위로 서비스를 받는 EF이 손실이 될 수가 있고 최하위서비스를 받을 수가 있다. 그림 1를 참조하여 A, B, C Network가 있다고 가정을 한다. A에서 B를 거쳐 C로 패킷을 전송한다고 하였을 때, A와 C Network는 같은 Service를 사용하지만, B는 Service는 다른 서비스를 지원한다고 하자. Service Class Code Point 값을 가지는 패킷이 A Network를 출발하여, B Network로 들어간다고 하면, Code Point 값은 없어지고 그냥 단순히 패킷으로써 서비스를 받게 된다. 이러한 패킷이 B Network를 거쳐 C Network로 들어가게 되더라도, 이 패킷은 Code Point 값을 상실하였으므로, Service Class Code Point에 해당하는 서비스를 C Network에서는 받을 수 없게 되는 것이다.

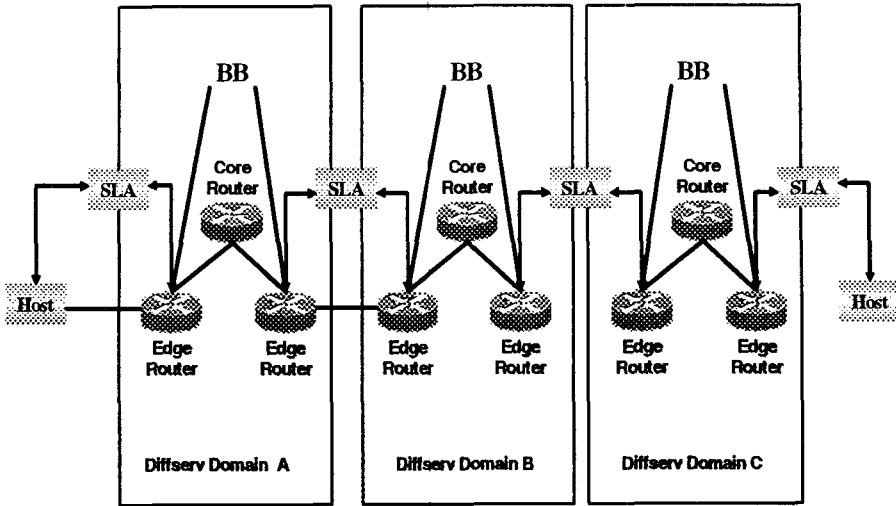


그림 1. Multi-DiffServ 구조의 예

만약 C Network가 A Network와 반대의 패킷 처리 방식을 가지고, 패킷을 바로 C Network로 연결된다 하더라도, 최상의 서비스를 제공 받는 패킷이 최하의 서비스를 제공 받게 되는 문제점이 있다. 이와 같이 단일 Network에서는 정책을 적용할 수는 있지만 DiffServ에서는 DSCP의 값을 가지고 Network 서비스를 하기 때문에 동일하지 않은 정책을 가지고 하는 Multi DiffServ 같은 경우에는 ISP 특성상 적용하기가 어렵다

### 3. Service Class의 DSCP 재설정 기법

단일 Network 경우 DSCP값을 현재 기술되고 있는 정책으로 적용할 수 있지만 Multi Network에서는 EF Class나 DE Class 그리고 4개의 Class로 세분화된 AF Class의 DSCP값을 동일한 정책으로 적용할 수는 없다. Multi Network 서비스는 바로 이웃하는 DiffServ 네트워크와 서로 SLA를 맺고 있고, 서비스 유형, 서비스 유형 파라미터, 서비스 제한 등의 정보를 포함하고 있다.

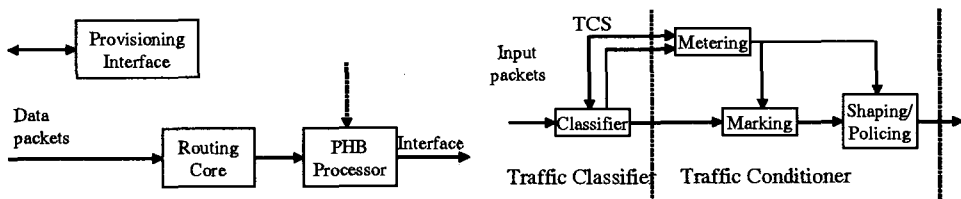


그림 2. Edge Router와 Core Router 구조

그림 2를 참고하여 보면 Multi Network에서 다른 network에서 Data가 들어오면 가장 먼저 경계

라우터의 Traffic Conditioner를 거쳐서 사용자 트래픽이 사전에 계약된 대로 패킷을 보냈는지, Routing Core를 거쳐 PHB를 통해 코어 라우터로 패킷을 흘려 보는데 이때, Traffic conditioner에서 DSCP의 값을 재설정 할 수도 있고, 그 원래 상태를 유지하여 코어 라우터로 전송할 수도 있고, 동일 Diffserv에서는 Proprietary DSCP값을 정의하여 사용 할 수 있다.

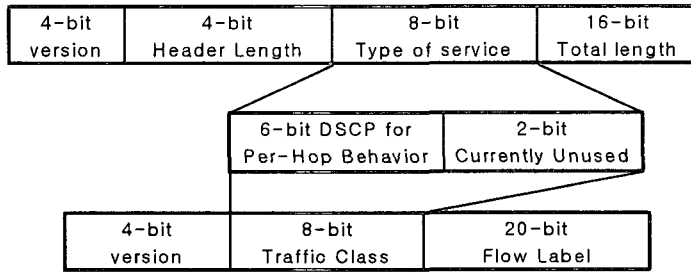


그림 3. 기존의 IP 데이터 그림

예를 들어 이웃에서 받은 패킷이 AF 인데, 현재의 네트워크에서는 AF 패킷을 정의하지 않는다 할 지라도 기존 Diffserv의 Proprietary DSCP 값이 있기 때문에 이 DSCP 값을 다시 코딩하여 코어 라우터로 보내 PHB를 수행하게 되는 방법으로 AF 패킷을 전송할 수 있다. 위의 그림 3에서 DSCP는 8bit로 구성되어 있고, 그 중 6bit만 사용되고, 나머지 2bit는 비워져 있는 상태로 있다.

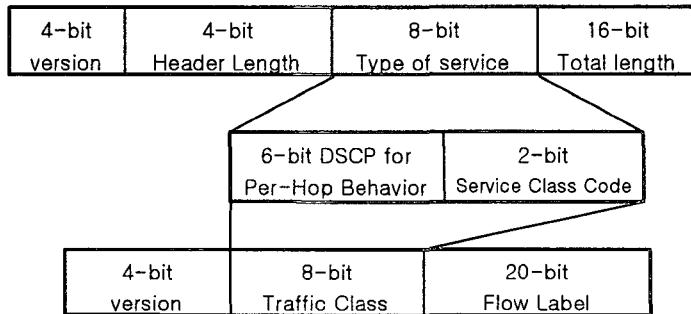


그림 4. 제안된 IP 데이터 그림

이 2bit를 사용하여, 그림 4와 같이 Multi DiffServ Network에서도 동일한 DiffServ 정책을 설정해 놓지 않아도 사용하지 않는 2bit에 Service Class별로 Code Point 값을 부여해서 Multi Network 상에서도 동일한 정책을 가지고 서비스를 받을 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

표 1. Service Class 별 Code Point 값

Drop Preference	DE Class (00)	EF Class (01)	AF Class (01)
-----------------	---------------	---------------	---------------

예를 들어 위의 그림 1의 Multi Differve Network A에서 C로 DE 패킷을 전송한다고 하자. DSCP의 설정 값은 

0	0	1	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

 되어 A Network의 코어 라우터를 지나, A Network와 B Network의 가운데 있는 경계 라우터에 도착하게 된다. A와 B Network는 Service Class가 틀리기 때문에 A Network의 패킷이 B Network의 경계 라우터에 들어오고 TC(Traffic Conditioner)에서 Service Class 값으로 DSCP 값을 바꾼다. Service Class 값을 101010 이라고 가정한다면 DSCP 값은 

1	0	1	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

 으로 되고, B Network의 코어 라우터를 지나 C Network로 넘어가는 경계 라우터로 도착한다.

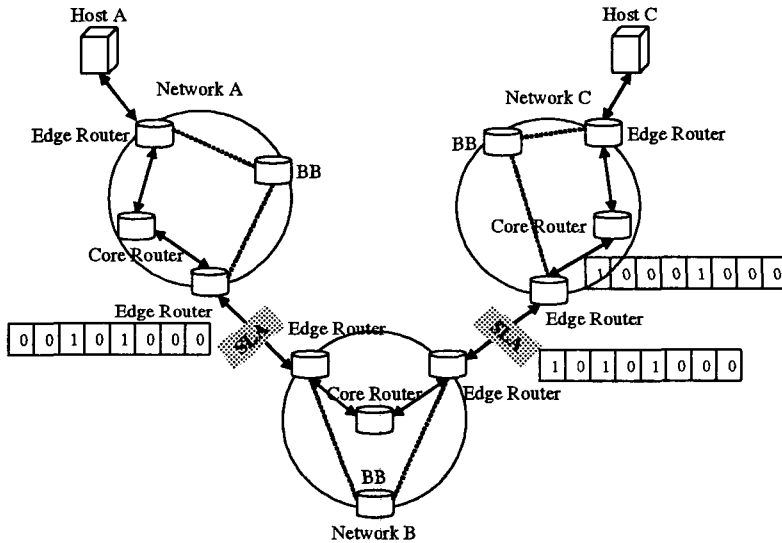


그림 4. Multi-DiffServ Network의 패킷 전송 과정

여기서 또한 B Network에서 C Network와 맺은 SLA 협정으로 인해 이 패킷이 C Network로 전송되고 C Network의 TC(Traffic Conditioner)는 이 패킷이 다른 Service Class 패킷이긴 하지만 뒤에 붙은 00이라는 옵션을 인식하여 Service Class DE Class의 값이라는 것을 인식하게 된다. 그리하여 이 패킷에 Service Class DE Class에 해당하는 값을 랜덤하게 코딩하여 Core Router로 전송한다. 여기서 랜덤하게 Class DE Class의 값이 정해지면 처음에 전송되었던 DE Class의 서비스를 모두 동일하게 확실히 보장 받을 수 있다.

#### 4. 성능분석

시뮬레이션 모델은 NS-2 시뮬레이터를 이용하여 9개의 라우터를 100Mb/s 연결링크를 통해

연결하였으며, 4개의 호스트들은 서로 다른 4개의 호스트들과 연결되어 있으며 경계 라벨 스위칭 라우터와 코어 라벨 스위칭 라우터 사이에 있는 링크를 통해 연결하였다. 각각의 호스트들은 패킷을 위한 송수신 호스트들과 직접 성능을 측정하기 위한 송수신 호스트들로 구성되어 하였고, 각 라우터의 인터페이스에서는 기능에 따라 제공하는 Policy(PHB, DSCP)를 적용하였다. 코어 라우터의 PHB(Per Hop Behavior)를 위해 10Mb/s priority queue를 설정하였고, 경계 라우터에서 수행하는 Marking 및 Service Class Code Policing를 위해 DSCP 라는 Policy를 설정하였다. 성능측정을 위하여 본 논문은 NS-2를 이용하여 delay 와 loss rate(%)를 측정하였다. 여기서 트래픽은 UDP 트래픽을 10Mb/s에서 60Mb/s 까지 10Mb/s 씩 증가시키면서 downstream과 upstream방향으로 발생시켰다. 또한 Service Class 설정에 따른 TCP의 성능측정을 위하여 FTP를 이용하여 FTP delay와 FTP throughput을 측정하였다. FTP를 위한 File size로는 15560Byte를 이용하였다. 이때 트래픽을 위하여 25Mb/s 의 UDP를 양방향으로 발생시켰다.

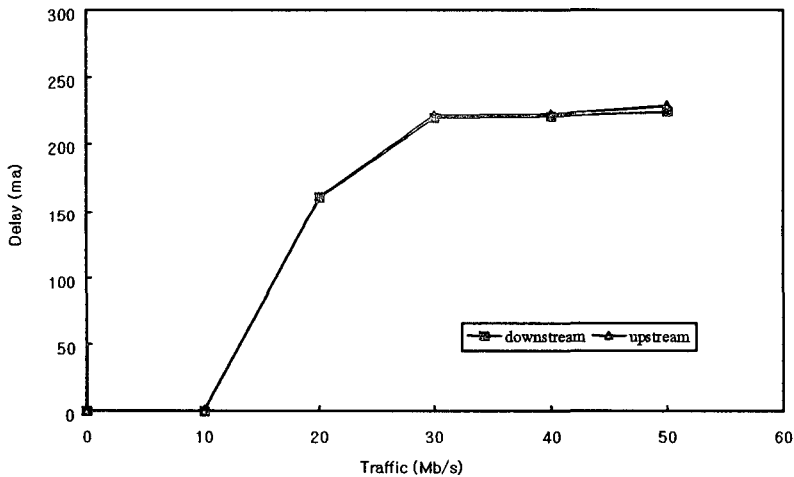


그림 5. Multi DiffServ의 패킷 전송 Delay Time

그림 5와 그림 6은 Multi DiffServ Network의 패킷 전송 기법에서 시뮬레이션을 이용하여 추출한 delay time 과 loss rate(%)를 보여 주고 있다. Multi DiffServ에서는 downstream 트래픽과 upstream 트래픽 모두 높은 성능을 보이고 있음을 알 수 있다. 이것은 경계 라우터와 코어 라우터에서 Service Class Code의 설정값에 의해 Multi DiffServ에 QoS를 적용 해주기 때문이다. 이 기법에서는 트래픽이 증가하더라도, Service Class Code 설정 값을 적용했기 때문에 경계 라우터에서 코어 라우터로 패킷이 전송될 때 서로 다른 정책 이라도 Multi DiffServ Network상에서는 영향을 받지 않고 있음을 알 수 있다

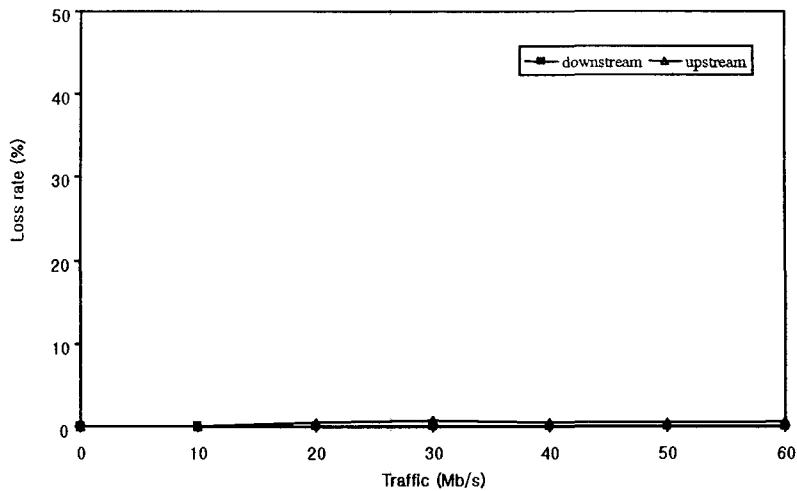


그림 6. Multi DiffServ 패킷 전송 Loss Rate

## 5. 결론

단일 Network에서는 QoS 정책을 정하여 적용하는 것이 비교적 수월하나, Multi-Network로 가면서 각각의 특수성 때문에 QoS 정책을 일률적으로 정하지 못하는 문제가 생겨났다. 특히 사용자의 패킷을 구분하여 서비스하는 Diffserv같은 경우 상용화가 되었을 때, Diffserv를 서비스하는 모든 회사가 동일한 Diffserv 정책을 설정해 놓고 쓴다는 것은 불가능하기 때문에 EF Class 나 DF Class 같은 경우는 단일 서비스로 서비스가 가능하지만 AF 같은 경우 4개의 세분화된 클래스로 나뉘어 서비스 되기 때문에 이러한 면까지 고려를 하여 본 논문에서는 DSCP의 8bit 중 현재 사용되고 있는 않은 bit를 사용하여 이러한 전체적인 문제를 해결할 수 있었다.

## 참고문헌

- [1] 김정윤, 유인태, 변옥환, "Multi-Diffserv Network에서 등급별 AF 패킷의 DSCP Rewriting 방법", 한국정보처리학회 춘계학술발표 논문집, 2003. 5
- [2] Blake, S. et al: "An Architecture for Differentiated Services", RFC 2475, 1998.
- [3] Rosen et al: "MultiProtocol Label switching Architecture", RFC 3031, 2001.
- [4] J.Heinanen et al: "Assured Forwarding PHB Group", RFC 2597, 1999.
- [5] Van Jacobson et al: "An Expedited Forwarding PHB", RFC 1999.
- [6] K. Nichols et al, "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers", RFC 2474, 1998.
- [7] Development of Internet Server Technology Supporting Differentiated QoS Services, 2001