

Integrated-QoS 기반의 수락 제어를 실행하는 Enhanced DiffServ 설계

김경혜⁰ 정영환 박우진 송지수 안순진
고려대학교 전자공학과

{rabear, youngh, progress, oosiz, sunshin}@dsys.korea.ac.kr

Enhanced DiffServ Design performing Integrated-QoS based admission control

Kyunghye Kim⁰, Younghwan Jung, Woojin Park, Jisoo Song, Sun-Shin An
Computer Network Lab. Dept. of Electronics Eng., Korea University

요 약

오늘날의 인터넷은 QoS를 보장하기 위해 다양한 방법을 사용하고 있는데, 본 논문에서는 Integrated-QoS 개념을 제안하고 이를 기반으로 Admission Control을 실행하는 Enhanced Differentiated Service(DiffServ)를 설계하였다. 본 논문은 IntServ(Integrated Service)와 DiffServ(Differentiated Service)의 장점을 결합하여, EF 클래스에 속하는 다수의 흐름들(flows)에 기존보다 QoS가 더욱 보장된 서비스를 제공할 수 있는 방안을 제시한다.

1. 서 론

인터넷을 이용하는 서비스 제공자와 사용자의 간의 다양한 QoS 욕구를 충족시키기 위해, IETF는 QoS를 보장하는 전송 방법으로서, IntServ와 DiffServ를 제안하였다. 그러나, 흐름 당 자원을 예약하는 IntServ는 고도의 라우터 처리 용량이 필요하고 확장성이 떨어지는 단점을 갖고 있고, 여러 흐름을 묶어 클래스(EF, AF, BE)로 분류하여 노드당 트래픽을 처리하는 DiffServ는 ISP와 사용자의 SLA(Service Level Agreement)에 따라 클래스별 서비스를 제공하므로 라우터의 처리 부담을 감소시키고 확장성을 제공하였으나, IntServ의 Guaranteed Service와 같은 절대적인 서비스 요구 사항을 보장하지 않는다는 단점이 있다. 본 논문에서는 Integrated-QoS의 개념을 정의하고 이를 기반으로 하여 수락 제어 메커니즘을 실행하는 Enhanced DiffServ를 설계한다. 본 논문에서 제시하는 메커니즘은 서비스 제공자와 여러 사용자들 사이에 다수의 EF 트래픽 발생할 때도 Guaranteed Service 서비스를 제공받을 수 있다는 장점을 갖게 된다.

2. 관련 연구

2.1 Integrated Service 구조 및 문제점

IntServ 모델은 QoS의 보장을 위해 중단간 패킷 전송 지연을 극복할 수 있도록 자원 예약을 위한 RSVP(Resource Reservation Protocol)라는 별도의 시그널링 프로토콜을 사용하여 각 흐름(flow)별로 목적지까지의 경로를 따라 자원 예약을 한 후 패킷을 전송하도록 하는 방식이다. 흐름 수가 증가하면, 라우터는 흐름 상태 정보 저장을 위한 방대한 저장 공간을 필요로 하고, 수 많은 트래픽에 대해서 매우 빠른 처리 능력을 보유해야 하며, 이런 Integrated Service가 가능한 라우터가 네트워크 전체에 설치되어야 Guaranteed Service가 가능하므로 확장성이 부족하다는 단점을 지닌다.

2.2 Differentiated Services 구조 및 문제점

DiffServ는 개별적인 흐름 별로 서로 다른 QoS를 제공한다는 개념에서 벗어나, 트래픽을 클래스로 분류하여 각 클래스 별로 패킷 전송을 차별화하도록 하는 방식이다. DiffServ 모델에서는 패킷 분류와 같은 트래픽 조절 기능들은 모두 네트워크의 에지 노드에서만 수행하고, 내부에서는 아주 간단한 패킷 전달 기능만을 수행하도록 하였다. 흐름들이 서비스 수준에 따라서 분류되고, 서비스 수준이 패킷에 표시되면(mark), 네트워크 내부의 코어 노드는 패킷에 표시된 DSCP 정보에 따라서 단순히 패킷 포워딩 기능만 담당하게 된다. DiffServ에서의 연결 수락 제어는 별도의 예약 절차 없이, 네트워크 사용자와의 서비스 협약(SLA:Service Level Agreement)에 따라 고정적으로 이루어 질 수 있다. 그림 1에서는 DiffServ 구조를 보여준다 [1].

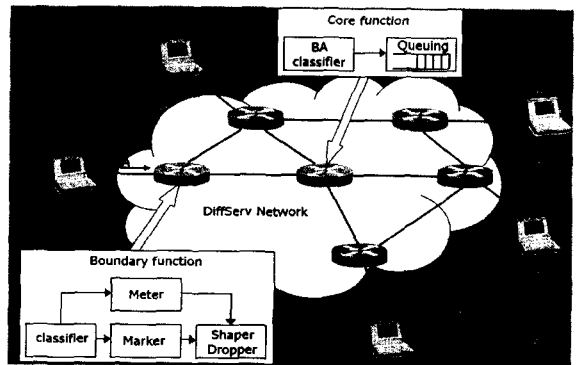


그림 1 DiffServ 구조

3. Enhanced DiffServ 설계

3.1 Integrated-QoS 의 개념

가장 효율적으로 QoS를 지원하기 위한 모델은 확장성에서 뛰어난 DiffServ를 근간으로 하여 화상회의등과 같이 낮은 지연시간, 낮은 지터 등을 필요로 하는 응용서비스에 대해서는 종단간 QoS를 보장하기 위하여 IntServ의 장점인 예약 메커니즘을 결합하는 형태가 되어야 한다. 본 논문에서는 최근 급격히 증가되고 있는 다양한 응용들을 대하여 차별화된 서비스를 제공하는 동시에 화상회의, 음성, 비디오 등의 실시간 처리를 필요로 하는 응용들에 대해서 기존의 Bandwidth외에 Delay, Jitter, Time Synchronization을 고려한 종단간 QoS, 즉, Timeliness, Volume, Reliability를 동시에 고려하는 QoS를 Integrated QoS(I-QoS)로 정의하며, 이러한 I-QoS를 지원하기 위한 방법으로 유연성이 있고 확장에 용이하도록 현재의 DiffServ 모델을 확장하여 Enhanced DiffServ를 제안한다.

3.2 Enhanced DiffServ 시나리오

그림 2 에서 보여지는 바와 같이, DiffServ 네트워크 영역의 외부에서 화상회의의 서비스를 요청하는 6개의 호스트 세션이 존재하고 이들 각각은 DiffServ 영역으로부터 300kbps의 EF 서비스를 요구한다고 가정하고, DiffServ 영역의 경계 라우터는 오직 900kbps의 EF 트래픽만을 받아들일 수 있다고 가정하자. 그러면 에지 노드에서의 트래픽 조절자(traffic conditioner)는 패킷들이 어느 호스트 세션에 의한 트래픽인지에 상관없이 자원에 근거한 수락 제어를 통하여, 유입되는 EF 트래픽의 반을 드랍할 것이다. DiffServ의 개념은 개별적인 흐름들을 구분 없이 여러 흐름들의 집합체(class)로서 서비스를 차별화하는 것이기 때문에 3개의 호스트 세션에 대해서는 충분한 자원을 보유함에도 불구하고 6개의 호스트들 중 어느 세션에도 Guaranteed Service를 제공해 줄 수 없다는 문제점이 발생한다. 그러므로, 에지 노드에서 IntServ 모델에서 사용되는 수락 제어를 개선한 Integrated-QoS 기반의 수락 제어 메커니즘을 적용한다면, 3개의 호스트 세션은 연결설정이 이루어져서 종단간 QoS를 보장받으며 3개의 연결은 거부되는 결과를 낳아 네트워크의 효율이 극대화 될수 있다.

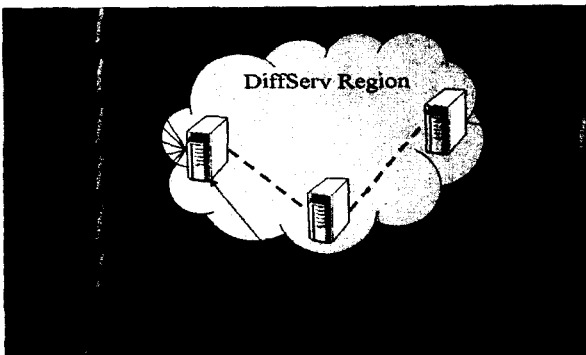


그림 2 DiffServ 모델에서 자원에 근거한 수락 제어

3.3 Enhanced DiffServ 구조

3.3.1 DS(DiffServ) 필드의 구조

현재의 DiffServ 모델에서는 IP 헤더의 8비트 ToS (Type of Service) 필드 즉, 3비트 precedence, 4비트 type of service (delay, throughput, reliability, cost), 그리고 1 unused bit를 DS 필드로 새롭게 정의하였다. 이 DS 필드는 PHB 특성을 나타내는 6비트 DSCP (Differentiated Services Codepoint)와 2 unused bits으로 구성되어 있다. 표 1에 DSCP 할당에 대해 보여주고 있다[2].

DSCP	PHB	Service	
000 000	BE	Best-effort PHB	
001 010	AF11	Class 1	Assured Forwarding PHB : Afxy (4 class x, 3 drop precedence y)
001 100	AF12		
001 110	AF13		
010 010	AF21	Class 2	
010 100	AF22		
010 110	AF23		
011 010	AF31	Class 3	
011 100	AF32		
011 110	AF33		
100 010	AF41	Class 4	
100 100	AF42		
100 110	AF43		
101 110	EF	Expedited Forwarding PHB	

표 1 DSCP 할당

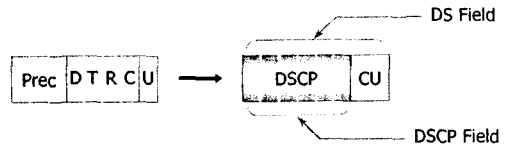


그림 3 CU 필드를 포함한 DS 필드 재정의

그림 3에서 보여지는 바와 같이 본 논문에서는 Integrated-QoS 보장을 위한 목적으로 사용되지 않는 2 비트를 재정의하여 기존의 DiffServ와의 호환성을 유지하는 동시에 더 효율적인 QoS를 제공하는 방법을 제안한다. EF 트래픽의 각 흐름 당 차별화된 서비스 우선 순위는 DSCP이외에 재정의된 CU필드인 2비트를 통하여 결정된다. CU필드의 사용 예는 다음과 같다.

- CU필드 값이 " 00" 인 경우 : 기존의 DiffServ와의 호환성 목적
- CU필드 값이 " 01" 인 경우 : 사용자 트래픽의 서비스 요구사항이 Timeliness, Volume, Reliability중 하나를 만족하는 경우
- CU필드 값이 " 10" 인 경우 : 사용자 트래픽의 서비스 요구사항이 Timeliness, Volume, Reliability중 두 가지를 만족하는 경우
- CU필드 값이 " 11" 인 경우 : 사용자 트래픽의 서비스 요구사항이 Timeliness, Volume, Reliability중 세 가지 모두 만족하는 경우

3.3.2 Integrated-QoS 기반의 수락제어

예약된 흐름들의 자원을 보장하고 자원의 사용량을 감시하여 새로운 흐름 요청에 대해서 연결설정을 할 수 있는지 여부를 결정하기 위해 사용 가능한 자원을 감시하고 측정하는 일련의 예약 과정을 수락 제어라 한다. Enhanced DiffServ에서의 Integrated-QoS 기반의 수락제어를 수행하여 보다 효율적인 자원관리를 한다.

이를 위하여, Enhanced DiffServ의 구조는 다음과 같다. 송신자 측과 수신자 측의 호스트에는 I-QoS Signaling Client Agent 가 존재하며, 코어 노드에는 I-QoS Signaling Server Agent가 있으며, 에지 노드에는 I-QoS Signaling Server Agent와 호스트의 I-QoS Signaling Client Agent 사의의 교두보 역할을 하는 I-QoS Connection Agent가 있다. 또한, 코어 노드에는 CID(Core Information Database)가 저장되고 관리된다. DiffServ 상의 노드들과 이에 연결된 호스트들은 자원 예약 프로토콜인 I-QoS Based Reservation Protocol을 가진다. 이 프로토콜은 일종의 시그널 프로토콜로서 3-way handshaking 방식의 프로토콜이며, RSVP 보다는 절차상으로 간단하며 IntServ를 지원하는 Enhanced DiffServ 설계하는데 사용된다.

프로토콜의 동작방법은 다음과 같다. 송신자 측의 어플리케이션에서 Guaranteed Service를 요구할 때, I-QoS Signaling Client Agent 프로세스에 의해 I-QoS Request message가 생성된다. 토큰 버킷 파라미터(r, b) 즉, 최고 속도 r 과 버스트 사이즈 b 를 기본 정보로 갖고 있으며, 사용자 어플리케이션에 의해 표시된 CU정보 필드 정보를 포함하고 있다. 코어 노드에 이르는 경로 상의 모든 노드들은 I-QoS Request message를 수락할 것인지 허용할 것인지 판단하게 된다. 허용할 때는 코어쪽으로 포워딩하고, 거절할 때에는 I-QoS Rejected message를 보낸다. 코어 노드에는 CID(Core Information Database)라는 데이터베이스가 유지되고 있는데, CID에는 현재 코어 노드로 들어오는 각 연결 경로 마다의 트래픽의 속도와 양에 의해 측정된 토큰 버킷 파라미터 값들이 저장되어 있다. 이 값들은 I-QoS Request message가 도착할 때마다 이후에 필요한 자원을 계산해 내는데 사용된다. CID 데이터는 관리자가 설정하는 값에 의해 주기적으로 업데이트 된다. 만약 I-QoS Request message에 의해 요구되는 트래픽이 EF 허용치(대역폭)를 넘을 경우, CU 필드에 따라 우선순위를 결정하여, 허용치 이내의 흐름에 대해서만 목적지 측의 호스트가 접속되어 있는 I-QoS Connection Agent에게 I-QoS Request message를 포워딩한다. 이때, 허용 불가하면 I-QoS Rejected message를 송신측에 발송한다. I-QoS Request message가 목적지 측의 호스트에 도착하면 I-QoS Signaling Client Agent 프로세스에서 현재 사용되는 자원 상태를 토큰 버킷 파라미터로 측정하여 남아 있는 자원이 I-QoS Request message 의 파라미터 값보다 크면 I-QoS Approved message를 허용 불가하면 I-QoS Rejected message를 보내게 된다. 이렇게 하여, Guaranteed Service를 요청하는 각 흐름당 I-QoS Approved message 혹은 I-QoS Rejected message를 보냄으로써, DiffServ

내에서 IntServ 기능을 구현하여 End-to-End QoS를 보장하는 Enhanced DiffServ가 가능하도록 한다.

3.3.3 에지 노드의 기능

기존의 DiffServ는 에지 노드에서 수락 제어 과정을 통하여 트래픽을 분류하고 서비스 공급자와 사용자 간의 SLA에 의해 트래픽을 허용할 것인지 드랍할 것인지 결정하게 된다. Enhanced DiffServ 모델의 에지 노드에서 추가된 기능은 서비스 사용자가 Guaranteed Service를 원할 때 CU 필드가 마킹된 트래픽이 에지 노드에 도달하게 되고, 수락 제어를 담당하는 모듈에 의해 현재의 자원 사용량이 측정된 이후에 유입된 트래픽이 허용된 EF 기준량을 초과하지 않으면 기존의 DiffServ에 의한 클래스 분류 및 서비스가 DS 필드에 따라 적용되고 기준량을 초과할 경우는 Integrated-QoS 기반의 수락 제어를 사용하여 Timeliness, Volume, Reliability의 요구 사항이 적은 트래픽을 먼저 드랍하는 것이다.

3.3.4 코어 노드의 기능

DiffServ의 코어 노드는 특정 방향으로 링크를 지나는 동일한 DSCP를 가진 패킷들의 집합에 대해 같은 레벨의 포워딩 서비스를 제공하는데 이것을 BA(Behavior Aggregate)라고 표현한다. 코어 노드는 포워딩 클래스(즉, PHB)에 근거하여 다음 홉으로 패킷을 포워딩하게 된다. Enhanced DiffServ에서는 CID 정보를 이용하여 IntServ 기능을 제한적으로 수행한다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 IntServ 보다 확장성 면에서 뛰어난 기존의 DiffServ에 Integrated-QoS 개념을 적용하여, Integrated-QoS에 기반한 수락 제어를 실행하는 Enhanced DiffServ 모델을 설계 하였다. Integrated-QoS 개념이 강화된 Enhanced DiffServ에서는 화상 회의 등과 같이 낮은 지연시간, 낮은 지터 등을 필요로 하는 응용서비스 흐름이 다수의 사용자로부터 발생할 때도 사용자가 Guaranteed Service 서비스를 원할 경우 CU 필드를 세팅함으로써, 더욱 강화된 QoS를 제공받을 수 있다는 장점을 갖게 된다.

5. 참고 문헌

- [1] RFC 2475, "Architecture for Differentiated Services."
- [2] RFC 2474, "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers."
- [3] RFC. 3246, "An Expedited Forwarding PHB."
- [4] S. Shenker, C. Partridge and R. Guerin, "Specification of Guaranteed Quality of Service," RFC 2212, Sept. 1997."
- [5] K. Nichols et al., "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers," RFC 2474, Dec. 1998.