

DiffServ망에서 인터넷 QoS 향상을 위한 효율적인 자원 예약 메커니즘에 관한 연구

홍가영⁰, 정태명
성균관대학교 정보통신공학부
kyhong@rtlab.skku.ac.kr

A Study of the Efficient Resource Reservation Mechanism for improving the Internet QoS in DiffServ Network

Ka-Young Hong, Tae-Myoung Chung
School of Information and Communications Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

최근 네트워크가 실시간, 멀티미디어, 멀티캐스팅의 지원을 필요로 함에 따라 인터넷 QoS에 대한 요구 사항이 증대되고 있다. 최선형의 전달 서비스로는 이러한 응용을 지원할 수 없기 때문에 QoS 증대를 위한 IntServ(Integrated Service) 구조가 제안되었고, 또한 IntServ의 확장성 문제에 따른 DiffServ(Differentiated Service) 구조가 제안되었지만 존재하는 네트워크 환경에서 QoS 기준을 만족하기에는 부족한 실정이다. 이에 따른 인터넷 QoS 보장을 위한 구조로 DiffServ 구조와 IntServ 구조를 연동하는 방안이 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 IntServ의 한계에 따른 DiffServ의 출현 배경 및 IntServ와 DiffServ의 차이점을 살펴보고, 현실 가능한 DiffServ망에서의 QoS 향상을 위한 효율적인 자원예약 메커니즘을 소개하고, DiffServ와 IntServ의 연동 방안에 관한 문제점과 해결방안을 모색하고, 향후 방향을 제시하고자 한다.

1. 서 론

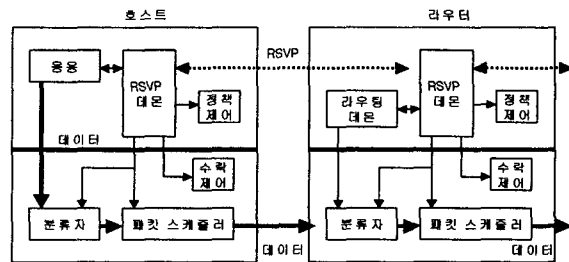
최근 네트워크가 실시간, 멀티미디어, 멀티캐스팅의 지원을 필요로 함에 따라 인터넷 QoS에 대한 요구사항이 증대되고 있다. 과거에는 네트워크의 운영이 얼마나 장애 없이 사용할 수 있는가에 관심이 있었던 반면, 최근에는 네트워크의 제한된 자원을 어떻게 효율적으로 사용할 것인지에 대한 관심이 증대되고 있는 것이다. 또한 최선형의 전달 서비스로는 이러한 응용을 지원할 수 없기 때문에 QoS 증대를 위해 인터넷 표준화 기구인 IETF는 IntServ[1] 구조를 제안하였다. 그러나 IntServ의 확장성 문제에 따라 존재하는 네트워크 환경에서 보다 효율적이고, 현실적인 접근이 가능한 구조가 필요하게 되었다. 따라서, 단순하면서 구현하기 쉽고 오버헤드가 낮은 DiffServ[2] 구조가 제안되었지만 QoS 기준을 만족하기에는 부족한 실정이다. 이에 따른 인터넷 QoS 보장을 위한 구조로 각각의 구조의 장점을 고려한 DiffServ 구조와 IntServ 구조를 연동하는 방안에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 IntServ의 한계에 따른 DiffServ의 출현 배경을 살펴본 다음, 현실 가능한 DiffServ망에서의 QoS 향상을 위한 효율적인 자원예약 메커니즘을 소개하고, DiffServ와 IntServ의 연동 방안에 관한 문제점과 해결방안을 모색하고, 향후 방향을 제시하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서 IntServ의 한계에 따른 DiffServ의 출현배경 및 IntServ와 DiffServ와의 차이점을 살펴보고, 3장에서 현실 가능한 DiffServ망에서의 QoS 향상을 위한 효율적인 자원예약 메커니즘을 소개하고, DiffServ와 IntServ의 연동 방안에 관한 문제점과 해결방안에 대하여 연구한다. 마지막으로 4장에서 결론을 내리고 향후 방향을 제시하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1. IntServ[1,3,4]

기존의 IP 기반의 인터넷들은 단순한 최선형의 전달 서비스를 제공해왔다. 최선형의 서비스는 패킷의 서비스 수준, 요구 사항, 예약, 보장 등을 구별하지 않고 모든 패킷을 동일하게 다룬다. 그러나, 사용자의 요구가 변화되고 네트워크가 새로운 응용의 지원을 필요로 하게 됨에 따라 IntServ 구조가 제안되었는데, 이 구조는 IP 기반의 인터넷상에서 QoS 전송이 가능하도록 만들어졌다. IntServ 구조에서 개별적인 흐름에 대한 특별한 QoS를 제공하기 위해서는 라우터에서 자원 예약이 반드시 필요하고 이를 위해 라우터에서는 개별적인 흐름별 상태(state)를 유지해야 한다. 자원예약을 위해서는 RSVP를 신호 프로토콜로 사용하며, 자원 예약을 위한 신호 처리과정은 3장에서 설명하기로 한다.



〈그림 1〉 IntServ 구조와 호스트와 라우터에서의 RSVP

2.1.1. IntServ를 구현하기 위한 기능

- 1) 신호프로토콜(RSVP) : 자원예약을 위한 프로토콜
- 2) 수락제어(Admission Control) : 자원요청 허가여부 결정
- 3) 분류자(Classifier) : 수신 패킷을 클래스로 구분
- 4) 패킷 스케줄러 : 패킷의 QoS 요구에 따라 스케줄링

2.1.2. IntServ 서비스 유형

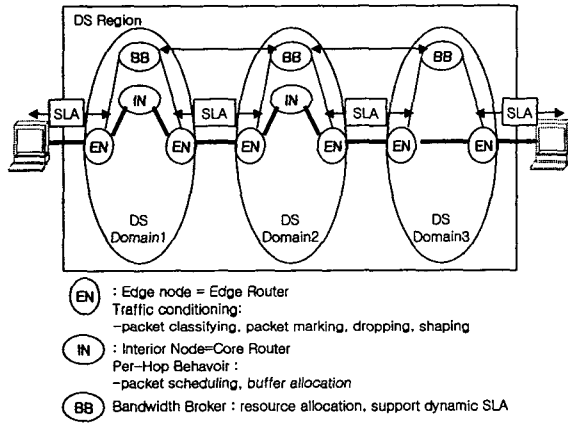
- 1) 보장형 서비스(Guaranteed Service)
- 2) 부하 제어형 서비스(Controlled Load Service)
- 3) 최선형 서비스(Best effort Service)

2.1.3. IntServ의 한계점

- 1) 흐름(flow) 수의 증가에 따른 상태 정보 저장을 위한 방대한 저장공간이 필요하며 처리부하가 증가하게 된다.
- 2) 라우터에 새로운 기능들이 추가되어야 하므로 기능에 대한 요구 사항이 높으며 많은 비용이 소요된다.
- 3) 무분별한 자원예약의 경우 망의 효율을 저하시킬 수 있다.

2.2. Diffserv 구조[2,3]

인터넷상의 트래픽이 증가하고 다양한 응용이 증가함에 따라 트래픽마다 서로 다른 수준의 QoS를 제공할 필요성이 대두되었다. 그러나, IntServ에서는 많은 양의 트래픽을 처리하도록 확장되기 어려운 한계점 때문에, 트래픽에 따른 차별화된 다양한 서비스를 지원하는 단순하면서도 구현이 쉬운 현실적인 네트워크 환경에 적합한 DiffServ 구조가 제안되었다.



<그림2> DiffServ의 기본적인 구조

2.2.1. DiffServ의 핵심적인 기능

- 1) IP패킷은 IPv4의 TOS 또는 IPv6의 트래픽 클래스 옥텟을 이용해 다른 QoS를 처리할 수 있도록 표시한다.
- 2) 서비스 수준 협약(Service Level Agreement)은 DiffServ를 사용하기 전에 ISP와 사용자 사이에 성립되어야 한다.
- 3) DiffServ는 흐름에 대한 집합(aggregation) 메커니즘을 제공한다.
- 4) DiffServ는 각 라우터에서 DS 옥텟을 참고로 하여 패킷을 전달함으로써 패킷 흐름에 대한 상태 정보를 저장할 필요는 없다.

2.2.2. DiffServ의 요소 기능

- 1) DS 바이트와 패킷 전달 기능(Per-Hop Behavior)
- 2) 트래픽 조절 기능(Traffic Conditioning)
 - Classifier: 클래스별로 분류
 - Meter: 트래픽이 프로파일(profile)을 준수하는지 측정
 - Marker: 패킷에 표시를 함
 - Shaper: 트래픽 프로파일에 준수하도록 관리
 - Dropper: 트래픽 프로파일에 벗어나는 패킷을 폐기
- 3) 서비스 수준 협약(Service Level Agreement)

2.2.3. DiffServ의 서비스 유형

- 1) Premium 서비스 : 작은 지연과 지연 변이(jitter) 요구
- 2) Assured 서비스 : Best Effort보다 높은 신뢰성 요구
- 3) Olympic 서비스 : Gold, Silver, Bronze 서비스 제공

2.3. IntsSrv(RSVP)&DiffServ 비교

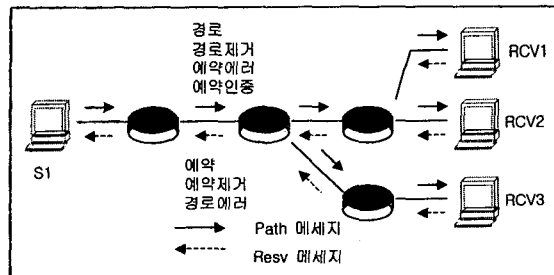
IntServ	DiffServ
하나의 IP 패킷 흐름별로 QoS 제공	여러 흐름의 집합을 단위로 각 집합별로 패킷 전달 차별화
망의 모든 라우터에서 패킷 분류 수행	망의 경계와 내부 기능 분리
각 라우터에서 자원예약을 위한 연결수락제어 필요	자원예약기능을 망의 경계 라우터에서만 수행(static, dynamic)
보장형 서비스 보장	절대적인 서비스 보장하지 않음
라우터의 부하 증가	End-to-QoS를 보장하지는 않음
확장성의 어려움	SLA를 만족시키기 위한 static config 필요
수신자 지향적(RSVP)	송신자 지향적
모든 라우터는 흐름별 상태를 계속 모니터링 해야함.	화상 회의와 같은 흐름별 QoS를 보장해 주어야 하는 경우에는 부적합

[표1] Intserv와 Diffserv 비교

3. DiffServ망에서의 자원 예약 메커니즘 소개

3.1. RSVP[3,4]

수신자의 요구에 맞게 자원을 예약할 수 있도록 한 것으로, 단방향의 특성을 가진다. 송신자는 트래픽 특성을 명시한 PATH 메시지를 수신자에게 전송하고, 경로상의 모든 라우터들은 라우팅 프로토콜에 의해 결정된 다음 홉에 PATH 메시지를 전송한다. PATH 메시지를 수신한 수신자는 해당 플로우의 자원 요청을 위해 RESV메시지를 전송한다. 요청이 수락되면 해당 흐름을 위한 링크 대역폭과 버퍼 공간이 할당되며 관련 흐름 상태 정보가 라우터에 설치된다.



<그림3> RSVP의 신호 처리 과정

3.2. YESSIR[5]

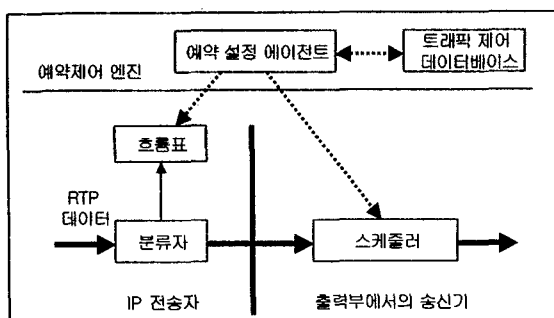
인터넷 자원 예약 프로토콜인 RSVP의 복잡성과 확장성 문제를 해결하기 위해 제안한 방안으로, RSVP의 특성을 보존하면서 단순화시킨 메커니즘이다. 송신자에 의한 자원 예약 요청 방식으로 RTP(Real-Time Transport Protocol)를 사용하여 전반적인 처리비용을 줄였으며, 자원 예약 상태를 유지하기 위한 soft state를 사용하여 Intserv와도 호환이 가능한 프로토콜이다. RSVP와 비교한 주요 특성은 다음과 같다.

3.2.1. RSVP

- 1) 수신자 지향, Out-band Signaling
- 2) 수신자의 다양성, 흐름별 관리 및 상태 유지 필요
- 3) 응용(Application) 변경이 필요하며 방향성이 복잡함

3.2.2. YESSIR

- 1) 송신자 지향, In-band Signaling
- 2) 부분적인 자원 예약 허용
- 3) 서로 다른 예약 형태 지원
- 4) 프로토콜 및 처리 비용 절감
- 5) RTP를 사용하여 IntServ 모델에서도 호환 가능
- 6) 링크 자원 광고 기능 지원



<그림4> YESSIR에서의 라우터 기능 구조

3.3. Boomerang[6]

보통의 패킷을 전송하는 것과 같이 간단한 방법으로 자원 예약을 수행하도록 하자는 것이 Boomerang의 설계 목적으로, 이 방식은 IntServ 및 DiffServ 어느 구조에도 적합하도록 만들어진 신호 프로토콜이다. 설계목적과 주요 특징을 살펴보면 다음과 같다.

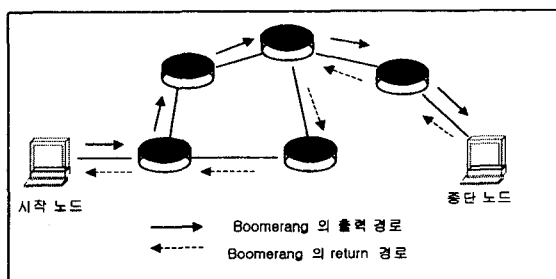
3.3.1. 설계 목적

- 1) 간단한 구현, 라우터에서의 처리 부하 최소화
- 2) 빠른 예약 과정
양방향의 자원 예약과정/자원요청/단일 메시지 루프
- 3) 프로토콜 오버헤드 최소화, 강력함
- 4) 빠른 통과 능력

투명성/QoS 상호운용성/다양한 범위/중단노드의 기능 최소화

3.3.2. 주요 특징

- 1) 신호 메시지는 초기 노드에서만 생성되며, 간단한 구현을 위해 복잡성과 정보들을 한 곳에만 집중되도록 한다.
- 2) 흐름 상태의 집합은 Boomerang 메시지를 추가함으로써 그 이후의 노드로 제안될 수 있다.
- 3) 양방향의 자원예약(Bi-directional reservation)이 경로와는 독립적으로 단일 메시지 루프에 의해 가능하며, 이러한 특성을 예약과정을 빠르고 효과적으로 수행할 수 있게 해 준다.
- 4) 중단 노드에서는 Boomerang message를 다시 되돌려 줄 수 있는 기능만을 필요로 한다.



<그림5> Boomerang의 신호 처리 과정

3.4. DiffServ와 IntServ 연동의 효율성 및 문제점

IntServ 구조의 주요 특성은 RSVP 신호 프로토콜을 이용하여 양종단간의 전 경로에 걸친 네트워크 자원을 예약하는 것으로, 이 구조는 인터넷 백본망에 적용하기에는 확장성의 문제가 있지만, 작은 규모의 망에서는 패킷의 각 흐름마다 요구하는 QoS를 보장할 수 있는 능력을 갖는다. 반면, 큰 규모의 망을 대상으로 제안된 DiffServ 구조는 흐름의 집합을 한 단위로 양종단간에 차별화된 서비스를 제공한다. 따라서 이 두가지 구조의 특성을 고려하여 <그림6>과 같이 상호 연동될 수 있다. 즉,

DiffServ에서 보장되지 못하는 QoS 특성을 IntServ 구조를 사용하게 됨으로써 보완할 수 있는 것이다. 그러나, 이러한 연동 구조는 효율성만을 가진 것은 아니다. DiffServ망에서 사용해야 할 자원 예약 메커니즘을 RSVP로 할 것인지, 아니면 앞에서 살펴본 더욱더 단순한 다른 메커니즘을 사용할지 결정해야 할 것이며, IntServ에서 정의된 서비스들을 DiffServ망으로 어떻게 매핑할 것이지도 또한 해결해야 할 사항이다. 그리고, DiffServ망에서 정적 및 동적으로 처리되는 SLA가 IntServ망과 어떻게 연동되어야 할 것이지도 문제점이 될 것이다.



<그림6> DiffServ와 IntServ의 연동 방안

4. 결론 및 향후 방향

본 논문에서는 IP QoS를 제공하기 위해 제안된 Intserv와 Diffserv 모델에 대하여 살펴보고, 현실적인 서비스가 가능한 Diffserv 망에 Intserv를 연동하기 위한 자원예약 메커니즘에 대하여 살펴보았다. IntServ 구조에서 주로 사용되는 RSVP는 DiffServ망에 적용하기에는 너무 오버헤드가 크기 때문에 이 메커니즘을 기준으로 하여 단순화시키기 위한 노력이 계속되고 있다.[5,6] 이 논문에서는 연동을 위한 자원 예약 메커니즘에 대한 부분만을 고려했지만, 전체적인 연동의 효율을 얻기 위해서는 QoS 명세, QoS 제어 메커니즘, QoS 관리 메커니즘 등 여러 가지 메커니즘에 대한 연구가 계속적으로 진행되어야 할 것이다. 앞으로 인터넷상에서 QoS 향상을 위한 보다 효율적이고 확장하기 쉬운 메커니즘이 계속적으로 개발될 것이라 생각되며, 기존의 방법들과 비교하여 실현적인 방법으로 새로운 방안들의 효율성을 증명할 수 있을 것이라 생각한다.

5. 참고문헌

- [1] R.Braden et al., "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", RFC 1633, June 1994.
- [2] S.Blake et al., "An Architecture for Differentiated Services", RFC2475, December 1998
- [3] Xipeng Xiao and Lionel M. Ni., "Internet QoS: A Big Picture", IEEE Network, Vol. 13, No. 2, pp.8~18, March/April 1999.
- [4] P.P. White, "RSVP and Integrated Services in the Internet: A Tutorial", IEEE Communications Magazine, May 1997
- [5] Ping P.Pan and Henning Schulzrinne, "YESSIR: A simple reservation mechanism for the Internet", in Proc. NOSSDAV, Cambridge, England, July, 1998, IBM Research Technical Report RC20967
- [6] J.Bergkvist et al, "Boomerang-A simple resource reservation framework for IP" <draft-bergkvist-boomerang-framework-01.txt> November 2000.
- [7] Geoff Huston, "Internet Performance Survival Guide-QoS Strategies for Multiservice Networks", Wiley Computer Publishing
- [8] William Stallings, "Data & Computer Communications", Sixth Edition, Prentice-Hall, 2000
- [9] 홍석원, 장재준, 인터넷 QoS 모델, 정보처리학회 정보통신 연구회지