

이동망 환경에서 QoS 시그널링 방식의 성능분석

홍원길*, 김종성, 김정록, 정성호
한국의외국어대학교 정보통신공학과

e-mail : {gilii, ziippy, onlycom79, shjeong}@hufs.ac.kr

Performance Analysis of QoS Signaling Protocols in Mobile Environments

Won-Gil Hong*, Jong-Seong Kim, Jeong-Rok Kim, Seong-Ho Jeong
Dept. of Information and Communications Engineering,
Hankuk University of Foreign Studies

요 약

QoS(Quality of Service) 보장은 지속적인 망 자원을 필요로 하는 멀티미디어 응용을 지원하는데 있어 필수적인 사항이다. 최근 들어, 이동망 환경에서도 멀티미디어 응용이 많이 수용됨에 따라 이동망 환경에서의 QoS 지원에 대한 중요성이 증가하고 있다. 이러한 QoS를 만족시키기 위해 우선적으로 필요한 것은 QoS 시그널링 프로토콜을 이용하여 멀티미디어 응용이 필요로 하는 대역폭 등 망 자원을 신속하게 예약하는 것이다. 본 논문에서는 유선 환경에서뿐 아니라 무선 환경에서도 효율적으로 QoS 자원을 예약하기 위해 제안된 Enhanced-RSVP와 기존의 RSVP의 성능을 이동망 환경에서 측정하고 두 프로토콜의 성능을 비교, 분석한다.

1. 서론

최근 다양한 이동기기들이 보급되어 사용자들이 언제, 어디서든 동일한 서비스를 보장받으려 하는 욕구가 높아지고, 높은 대역폭을 요구하는 멀티미디어 응용들이 급증하면서 이동망 환경에서도 QoS를 보장하는 것이 필수적인 사항으로 대두되었다.

이동망 환경에서 사용이 가능한 Mobile IPv6는 Mobile IPv4에서 발생하는 주소 부족, 삼각형(triangular) 라우팅, 터널링(tunneling) 등과 같은 문제점을 해결해줄 수 있는 프로토콜(protocol)로서, IP 기반 이동망에서 노드에 이동성을 제공해준다. 그러나, Mobile IPv6 프로토콜 자체만으로는 QoS 자원을 예약할 수 없다. 따라서, QoS 자원예약을 수행하는 QoS 시그널링 프로토콜과 상호 동작해야 한다.

이동망 환경에서 QoS를 제공하기 위해 유선망에서 사용되는 QoS 시그널링 프로토콜을 이동망 환경에 적용하게 되면, 노드의 이동과 관련된 정보를 반영하지 못하는 문제점이 발생하게 된다. 이를 해결하기 위해서는 이동성 정보를 충분히 반영할 수 있는 새로운 방법이 필요하다.

본 논문에서는 Mobile IPv6가 동작하는 환경에서,

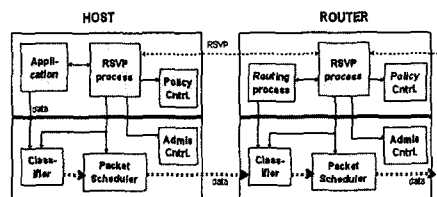
QoS 시그널링 프로토콜인 RSVP (Resource Reservation Protocol)와 RSVP를 이동망 환경에 적합하도록 변형한 Enhance-RSVP를 동일한 이동망 환경에서 동작시키고 성능을 측정하고 후 두 프로토콜의 성능을 분석한다.

2. RSVP와 Mobile IPv6

2.1. RSVP

RSVP는 QoS를 제공하기 위해 인터넷 구조에서 종단 호스트(end host)의 특정 패킷 흐름(flow)에 대해서 자원예약을 수행하는 시그널링 프로토콜이다.

2.1.1. RSVP 개요



<그림 1. 호스트와 라우터 내에서의 RSVP>

<그림 1>은 호스트와 라우터 내에서 RSVP의 동작 과정을 보여준다. 호스트는 특정 응용 데이터 스트림 또는 flow가 필요로 하는 QoS 자원을 요구하고, 라우터는 flow의 경로를 따라 QoS 요구사항을 전달하며, 요구된 서비스를 제공하기 위해 상태정보(state)를 설정하고 유지한다. 이러한 과정을 거쳐 RSVP가 요구한 대로 데이터경로(data path)상의 각 노드에 자원이 예약된다[1].

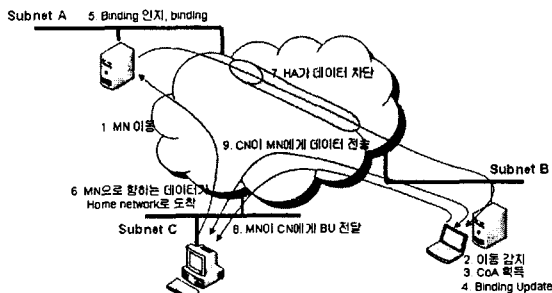
2.1.2. RSVP의 기본 동작

RSVP는 수신자(receiver)가 자원예약을 개시하는(receiver-initiated) 방법을 사용한다.

먼저 송신자(sender)가 PATH 메시지를 통해 자신의 트래픽 특성을 수신자에게 알려주고, PATH 메시지를 받은 수신자는 송신자가 보내고자 하는 흐름의 특성(flowspec)을 살펴보고 자신이 원하는 대역폭을 결정하여 RESV 메시지를 통해 전달한다.

2.2. Mobile IPv6

휴대용 컴퓨터나 PDA 같은 이동 단말들의 성능 향상과 무선 통신 기술의 발전으로 인하여, 로밍(Roaming) 문제를 자연스럽게 해결해 주고 IPv4의 주소부족 문제까지도 해결해 줄 Mobile IPv6에 대한 연구가 진행되어 왔다[4].



<그림 2. Mobile IPv6의 기본 동작>

<그림 2>는 Mobile IPv6의 기본 동작을 보여주고 있다. <그림 2>에서 나타낸 것과 같이 MN(Mobile Node)이 이동한 것을 감지한 후, 주소자동구성(Auto-configuration) 기능을 이용하여 CoA(Care-of-address)를 획득하고, 그 주소를 홈 에이전트(HA, Home Agent) 및 자신이 통신하고 있던 CN(Correspondent Node)에 BU(Binding Update) 메시지를 이용하여 알린다. 홈 에이전트는 BU에 대한 응답으로 BA(Binding Acknowledgement)를 전송하고, 바인딩 정보를 유지한다. 만약 MN이 외부 망에 있어 CN이 MN의 이동 사실을 모르고 있다면, MN은 홈 에이전트로부터 터널링(tunneling)을 통해 패킷을 받고 CN에게 BU를 전송하여 자신의 CoA를 알린다[2].

3. RSVP의 이동성 지원을 위한 개선 방안

RSVP를 무선 네트워크에서 사용한다면, 이동 호스

트들의 IP 주소 변화는 단순히 라우팅 경로의 변화뿐 아니라 기존에 사용되던 자원 예약경로(reservation path)를 폐기하고 새로운 예약경로를 설정하는 오버헤드(overhead)를 감수해야 함을 의미한다. 이러한 오버헤드는 네트워크 자원활용효율을 저하시킬 뿐 아니라, 핸드오버(handover)시 Mobile IP 자체가 요구하는 지연시간에 예약경로 재설정으로 인한 지연시간을 가중시켜, 결과적으로 지속적인 QoS 보장을 어렵게 하는 근본적인 원인이 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 기존의 RSVP를 확장시킨 Enhanced-RSVP(E-RSVP)가 제안되었다[3]. 이 E-RSVP는 MN이 수신자일 경우와 송신자일 경우를 각각 고려하여 설계되었다.

3.1. Enhanced-RSVP (E-RSVP)

E-RSVP는 기존의 RSVP 구조를 그대로 사용하고, 이에 SENDER_MOBILITY, RECEIVER_MOBILITY 오브젝트(object)와 PATHREQ 메시지를 추가하였다[3].

3.1.1. MOBILITY 오브젝트

MOBILITY 오브젝트는 RSVP에게 MN의 이동 정보를 전달하기 위해 정의되었다. 기존의 RSVP가 Mobile IP 상에서 동작한다고 했을 때, RSVP는 MN의 이동 정보를 얻을 수 없었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 추가된 것이 SENDER_MOBILITY와 RECEIVER_MOBILITY 오브젝트로, MN의 현재 CoA 정보를 가지고 있는 Care-of-Address 필드를 포함한다.

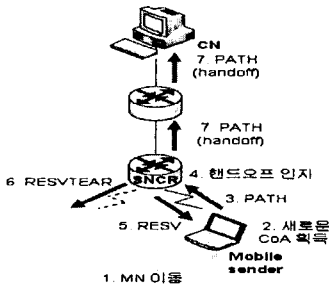
3.1.2. PATHREQ 메시지

E-RSVP에서는 수신자와 송신자 모두 MN이 될 수 있다고 생각한다. MN이 송신자일 경우는 핸드오버 후 경로설정을 위해 바로 PATH 메시지를 보낼 수 있지만, MN이 수신자일 경우는 CN이 핸드오버를 감지한 후 PATH 메시지를 보내야 하기 때문에 MN에서 CN까지 왕복 시간만큼의 지연이 생기게 된다.

PATHREQ 메시지는 MN이 수신자일 때, 핸드오프가 발생한 직후 PATH 메시지를 요청할 수 있도록 하기 위해 정의되었다. 이 PATHREQ에는 수신자의 이동 정보를 전달하고 수신자에서 CN 방향으로 전달된다.

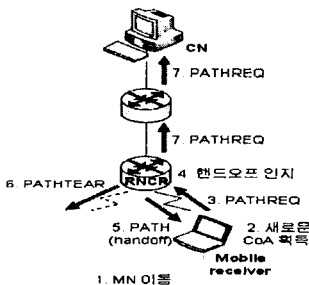
3.1.3. E-RSVP의 기본 동작

위에서 언급한 듯이 E-RSVP는 송신자, 수신자가 MN일 경우를 각각 생각해 볼 수 있다. 여기서 SNCR/RNCR(Sender/Receiver Nearest Common Router)은 이전 경로와 새로운 경로의 첫 공통 라우터를 뜻한다.



<그림 3. MN 이 송신자일 경우>

<그림 3>은 MN 이 송신자일 경우를 나타낸다. 이 그림에서 알 수 있듯이 송신자가 핸드오버되고 새로운 CoA 를 획득한 후, 송신자는 핸드오버 사실을 알리기 위해 PATH 메시지를 보내면 SCNR 은 새로운 경로에는 RESV 를 보내 새로 자원을 예약하고, 이전 경로에는 RESVTEAR 메시지를 보내 자원을 해제한다. 또, CN 까지는 핸드오버 사실을 반영한 PATH 메시지를 보내 새로운 CoA 를 알린다.



<그림 4. MN 이 수신자일 경우>

<그림 4>는 MN 이 수신자일 경우를 보여주고 있다. 위에서 언급한 바와 같이 MN 이 수신자일 경우에는 MN 이 이동하여 새로운 CoA 를 받은 후 PATHREQ 메시지를 보내 자신의 이동 사실을 알리게 된다. 그러면 RNCN 에서는 MN 이 이동했다는 사실을 감지하고 MN 까지 새로운 경로에 자원을 할당해 주기 위해 핸드오버 사실을 반영한 PATH 메시지를 보내고, 이전 경로에는 자원 해제를 위한 PATHTEAR 메시지를 보내게 된다. 또 CN 까지 PATHREQ 메시지를 전송하여 CN 에게도 MN 의 이동 사실을 알려준다.

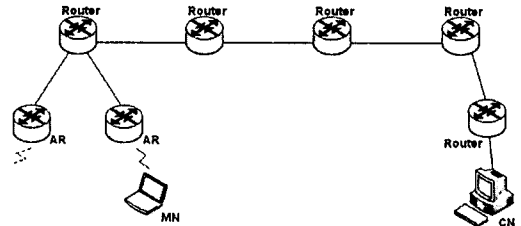
4. 성능 분석

본 절에서는 RSVP 와 E-RSVP 의 성능 비교 실험을 위해 구성된 실제 네트워크를 제시하고, MN 이 이동한 후 다시 자원을 예약하기까지 걸리는 시간을 TTT(Tele Traffic Tapper)를 이용하여 측정한 결과를 제시한다. 본 본문에서는 RSVP 와 E-RSVP 가 두드러진 차이를 보이는 경우, 즉 MN 이 수신자일 경우에 대해서만 실험하였다.

4.1. 실험 환경

- Operation System : Redhat 9.0, Kernel 2.4.26
모든 코어(core) 라우터에는 IPv6 를 설치하였고, 액세스 라우터(Access Router: AR)에는 Mobile IPv6 를 설치하였다.
- RSVP : rel4.2a4-1
- E-RSVP : 캘리포니아 대학(CU) 제공
- Mobile IPv6 : version 1.1

<그림 5>는 성능측정 및 분석을 위해 사용된 테스트베드의 구조를 나타내고 있다.



<그림 5. 성능 분석을 위한 테스트베드 구조>

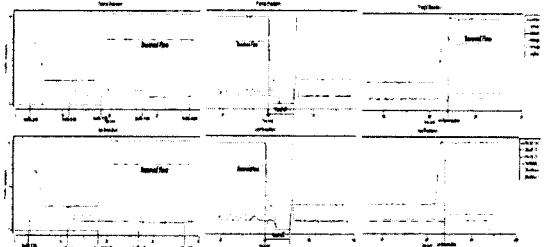
4.2. 실험 시나리오

① RSVP 를 이용하여 자원을 예약한 후, MN 이 다른 액세스 라우터로 이동, 즉 핸드오버가 발생하고 다시 자원을 예약하기까지 걸리는 시간, 즉 자원 예약 지연 시간을 측정한다.

② E-RSVP 를 이용하여 자원을 예약한 후, MN 의 핸드오버가 발생하고 다시 자원을 예약하기까지 걸리는 시간을 측정한다.

4.3. 실험 결과

본 실험에서는 RSVP 와 E-RSVP 실험 시 각각에 동일한 방법을 적용하였다. 우선 4 가지의 트래픽(traffic)을 발생시키되, 1 가지의 트래픽만을 위해 RSVP 또는 E-RSVP 를 적용하였고 나머지 트래픽에는 Best-effort 서비스만을 제공하였다. 또 각 트래픽은 7Mbps 의 대역폭을 요구하도록 하였다.



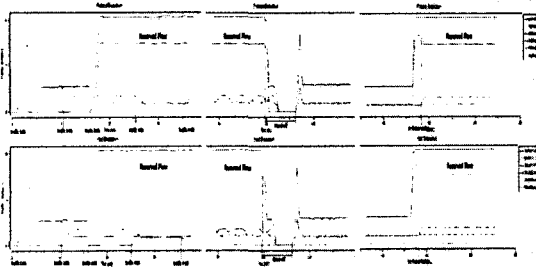
<그림 6. RSVP 실험 결과>

<그림 6>은 RSVP 를 이용하여 실험결과를 보여주고 있다.(실선은 전체 트래픽 양을, 점선은 각각의 트래픽 양을 나타낸다). 여기서 3 번째 발생한 트래픽에는 RSVP 를 적용하여 트래픽이 발생한 후 지속적으로 예

약된 7Mbps의 대역폭을 할당 받고, 다른 3개의 트래픽은 나머지 3Mbps의 대역폭을 나누어 사용하는 것을 볼 수 있다(하나의 트래픽당 1Mbps씩 할당된다).

트래픽이 발생한지 100초 후에 핸드오버를 발생시켰다. 핸드오버 되는 시간은 12초이다. 핸드오버가 발생한 직후에는 자원이 예약되지 않은 상태이기 때문에 4개의 트래픽이 10Mbps의 대역폭을 나누어 사용하는 것을 볼 수 있다.

약 208초 후에 자원이 재 예약되어, 트래픽 3은 예약된 대역폭을 사용하고 다른 3개의 트래픽은 나머지 트래픽을 나누어 쓰는 것을 볼 수 있다.



<그림 7. E-RSVP 실험 결과>

<그림 7>은 E-RSVP를 사용한 경우의 실험결과를 보여준다. 여기서 3번째 발생한 트래픽에는 E-RSVP를 적용하여 트래픽이 발생한 후 지속적으로 예약된 7Mbps의 대역폭을 할당 받고, 다른 3개의 트래픽은 나머지 3Mbps의 대역폭을 나누어 사용하는 것을 볼 수 있다.

트래픽이 발생한지 100초 후에 핸드오버를 발생시켰다. 핸드오버 되는 시간은 12초이다. 핸드오버가 발생한 직후에는 자원이 예약되지 않은 상태이기 때문에 4개의 트래픽이 10Mbps의 대역폭을 나누어 사용하는 것을 볼 수 있다.

약 177초 후에 자원이 재 예약되어, 트래픽 3은 예약된 대역폭을 사용하고 다른 3개의 트래픽은 나머지 트래픽을 나누어 쓰는 것을 볼 수 있다.

위의 실험 결과를 정리해보면, RSVP를 Mobile IPv6 환경에서 실행시킨 결과, MN이 이동한 후 재 예약되기까지 96초가 소요되고, E-RSVP의 경우엔 65초가 소요된다. 즉, E-RSVP를 사용하였을 때 RSVP보다 약 30초의 지연 시간을 줄일 수 있었다.

5. 결론 및 향후과제

이동망 환경에서 QoS 자원을 예약하기 위해 기존의 RSVP를 사용하면 핸드오버가 발생한 후 자원을 재설정하기까지의 지연 시간이 길고, 이동망 환경에서 사용되기 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 E-RSVP이 제시되었다.

본 논문에서는 이러한 E-RSVP와 RSVP의 프로토콜의 성능을 측정하기 위해 이동망 테스트베드의 구조를 제시하였고, 두 프로토콜의 성능을 측정, 비교 분석하였다.

자원예약 지연시간 면에서 볼 때, E-RSVP는 RSVP에 비해 약 30초의 성능향상을 보였다. 이는 E-RSVP에서 제안된 PATHREQ 메시지를 통해, MN의 이동 사실을 CN이 감지하기 위해 시그널링 메시지가 MN에서 CN까지 왕복해야 하는 시간을 줄임으로써 가능하게 된 것이다.

현재 IETF의 NSIS(Next Steps In Signaling) WG(Working Group)에서는 E-RSVP보다 효율적으로 동작할 수 있는 시그널링 프로토콜을 표준화하고 있다. NSIS 프로토콜은 전송계층과 응용 계층을 서로 분리해 두었기 때문에 QoS 시그널링을 비롯한 다양한 응용들을 수용할 수 있으며, 이동성 지원을 고려하여 설계되고 있어 이동노드의 이동성을 지원할 수 있을 것으로 전망된다. NSIS 프로토콜이 완성되면 실제 이동망 환경에서 NSIS 프로토콜과 기존 프로토콜의 성능 분석이 진행될 계획이다.

참고문헌

- [1] R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification", IETF RFC 2205, Sept. 1997.
- [2] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", IETF RFC 3775, June 2004.
- [3] Charles Qi Shen, Winston Seah, Anthony Lo, Haihong Zheng, Marc Greis. "Mobility Extension to RSVP in an RSVP-Mobile IPv6 Framework", draft-shen-nsis-rsvp-mobileip6-00.txt, July 2002.
- [4] 이경진, 이승운, 김용진, "Mobile IPv6 개발 동향".
- [5] <ftp://ftp.isi.edu/rsvp/release/rsvpd.rel4.2a4-1.tar.gz>, RSVP 소스 코드
- [6] <http://www.mobile-ipv6.org/software/download/mip6v6-1.1-v2.4.26.tar.gz>, Mobile IPv6 소스 코드