

무선 IPv6 네트워크에서 QoS를 지원하기 위한 프로토콜 모델

최진희* 진현욱 유혁
고려대학교 컴퓨터 학과
{jhchoi, hwjin, hxy}@os.korea.ac.kr

A Protocol Model for QoS Supporting on Mobile IPv6 Network

Jin-Hee Choi Hyun-Wook Jin Hyuck Yoo
Dept. of Computer Science & Engineering, Korea University

요 약

자원을 예약하는 매커니즘은 IP를 기반으로 한 통합 서비스 네트워크(Integrated Service Network)에서 QoS(Quality of Service)를 지원하는데 필수적인 요소이다. 자원 예약 프로토콜인 RSVP는 수신자 지향의 자원 예약 프로토콜로, 이미 IETF(Internet Engineering Task Force)에 의해 표준으로 제정되었다. 하지만 RSVP는 고정된 네트워크를 위해 설계된 프로토콜이기 때문에 이동 환경에서 그대로 사용하기에는 적합하지 않다. 또한 이동 환경에서의 자원 예약 매커니즘에 대한 기존의 대부분의 연구들은 Mobile IPv4를 기반으로 수행되었기 때문에 IPv6를 기반으로 할 차세대 네트워크 환경에는 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서는 기존 연구의 많은 문제점들을 해결하고 Mobile IPv6 기반 무선 네트워크에서 보다 효율적으로 QoS를 보장할 수 있는 새로운 프로토콜 모델을 제시한다.

1. 서론

최근 인터넷을 이용한 실시간 멀티미디어 응용 프로그램의 보급과 무선 통신 기술의 발전으로 인하여 무선 인터넷을 기반으로 한 멀티미디어 컴퓨팅(Multimedia Computing)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 이동 컴퓨팅을 적절하게 지원하기 위해서는 무선 네트워크에서 특정 서비스를 위한 QoS를 지원할 수 있어야 하는데, 자원 예약 매커니즘은 QoS 지원에 핵심적인 역할을 한다.

대표적인 자원 예약 프로토콜인 RSVP(Resource ReSerVation Protocol)[1]은 통합 서비스 네트워크를 위한 수신자 지향의 자원 예약 프로토콜이다. RSVP는 QoS 보장 및 확장성(scalability), 견고성(robustness), 유연성(flexibility), 동적인 그룹 관리(dynamic group membership) 그리고 이형의 네트워크 지원(heterogeneous receivers)과 같은 장점으로 인해 IETF에 의해서 인터넷 표준으로 제정되었다. 그러나 RSVP는 고정된 네트워크를 위해 설계되었기 때문에 무선 네트워크에서 단말의 이동에 의한 QoS 보장 문제를 해결해 주지 못하고 있다.

무선 네트워크에서의 QoS 지원은 단말의 이동성 때문에 보다 복잡한 문제가 된다. 무선 단말이 통신 중에 다른 서브 네트워크로 이동하면 기존에 받던 품질의 서비스를 유지하기 어렵게 되는데, 이는 단말의 이동으로 기존의 데이터 흐름의 경로(data flow path)가 변경되고 그로 인해서 QoS의 주요 파라미터인 패킷 지연(packet delay), 패킷 손실율(packet loss rate), 지터(delay jitter) 값 등의 유지가 어렵기 때문이다. 이

러한 상황은 핸드 오프(hand-off)의 발생률이 높을수록 자주 일어 나는데, 셀(cell)의 크기를 작게 만드는 현재 무선 통신 기술의 경향을 고려한다면 더욱 심각한 문제가 될 수 있다.

무선 네트워크에서의 QoS를 효율적으로 지원하기 위해서는 두 가지 문제점을 해결해야 한다. 첫째는 단말의 이동성으로 인해 발생하는 RSVP 세션의 재설정 시간을 최소화해야 한다는 것이며, 둘째는 핸드 오프로 인해 발생할 수 있는 서비스의 중단을 막아야 한다는 것이다. 하지만 기존의 관련 연구들 [3][4][5]은 Mobile IPv4[2] 기반 네트워크만을 고려하고 Mobile IPv4 자체의 특성에 기인하는 문제점들을 해결하는데 그 초점이 맞추어져 있기 때문에 완벽한 QoS 지원이 어려울 뿐만 아니라 차세대 네트워크에서 사용될 IPv6 환경에도 적용될 수 없다. 이에 본 논문은 기존의 연구들이 가진 여러 문제점들을 해결하고 무선 IPv6 네트워크에서 QoS를 지원하기 적합한 프로토콜 모델(protocol model)을 제시한다.

2. 관련연구

2.1 MRSVP

MRSVP[3]는 무선 환경에서 RSVP 적용의 문제점을 해결하려 한 최초의 연구였다. 이 프로토콜은 현재 무선 단말이 위치해 있는 셀과 무선 단말이 앞으로 이동할 셀들의 자원을 미리 예약해 놓고 현재 있는 셀의 자원을 Active 상태로, 그리고 앞으로 이동할 셀들의 자원을 Passive 상태로 유지하면서 핸드 오프 시 서비스의 중단을 최소화하려는 시도를 하고 있다. 하지만 이 프로토콜은 Mobility Specification 이라 불리는 미래의 이동 위치와 순서를 정확하게 알고 있다는 가정 하에서 동작하며, 사용하고 있지 않은 도메인의 대역폭을 낭

*본 연구는 2000년 정보통신부의 대학 S/W 연구 센터 지원 사업에 의해 연구됨.

비한다는 단점이 있다. 또한 Soft State 를 유지하기 위해서 Active, Passive 영역으로 주기적인 Refresh 메시지를 전송해야 하며, 경로 최적화 프로토콜(route optimization protocol)[5]의 적용 시에도 Binding Update 메시지 전송 전에 발생한 핸드 오프에 대처하지 못한다는 문제가 있다.

2.2 Simple Signaling Protocol(SSP)

SSP[4]는 기존의 RSVP 의 일부를 수정하여 Mobile IP 의 라우팅 경로에 있는 자원을 예약하게 함으로써 부가적인 자원 예약 과정이 생략되어 대역폭 낭비를 막을 수 있으며 RSVP 세션 관리 비용도 줄일 수 있다. 하지만 이 SSP는 비 대칭적 라우팅(asymmetric routing)을 막기 위해 역 터널(reverse tunnel)을 유지하는데, 이러한 경우 HA(Home Agent) 와 FA(Foreign Agent)의 거리가 멀어질수록 삼각 경로 문제(triangle routing problem)[5]가 심각해진다. 또한 이를 해결하기 위해 경로 최적화 프로토콜이 사용될 경우의 상황에 대한 해결 방법이 없으며, 무선 단말의 이동에 따른 서비스의 중단도 피할 수 없다는 문제점을 갖고 있다.

2.3 RSVP mobility support using Multicast(RSVPM)

RSVPM[6]은 멀티캐스트 트리를 이용하여 이동할 위치의 자원을 예약한다. 따라서 무선 단말이 이동한다 할지라도 트리의 병합 지점(merge point)까지의 경로에 생성되어 있던 RSVP 세션은 다시 생성될 필요가 없다. 즉, 병합 지점에서 무선 단말이 이동한 지점까지의 경로만 재설정되면 기존의 서비스를 그대로 받을 수 있다. 게다가 재설정 되어 할 경로도 미리 자원이 예약되어 있는 상태이기 때문에 핸드 오프로 인한 서비스 중단을 최소화할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 이 프로토콜은 멀티 캐스트 트리를 생성해야 한다는 과부하가 있으며 미리 트리의 영역에 있는 자원을 예약해 놓음으로써 자원 낭비 문제도 해결하지 못하는 단점이 있다.

3. 프로토콜 모델

MRSVP나 SSP와 같은 기존의 연구들은 핸드 오프 시 발생하는 서비스의 중단 최소화와 Mobile IPv4 의 라우팅 특성에 의해 발생하는 비효율적인 라우팅 문제에 대한 효율적인 접근 방안이라고 할 수는 없으며 지나치게 자원을 낭비하는 RSVPM 역시 마찬가지이다.

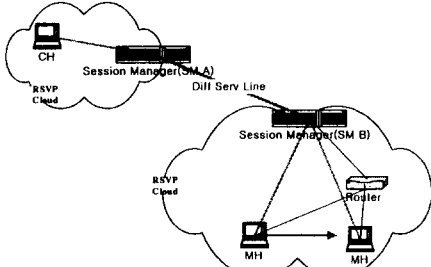


그림 1 RSVP-Diff Serv 구조

이러한 문제를 해결하기 위해 우리는 Mobile IPv6[7] 기반의 무선 네트워크에서 QoS를 지원하기 위한 새로운 프로토콜 모델을 제시한다.

우리가 제시하는 프로토콜 모델에서 가정하는 전체 네트워크 구조는 <그림 1>과 같은 형태의 RSVP-Diff Serv 구조이며, RSVP는 하나의 네트워크 규모만을 담당한다. 이것은 RSVP와 Diff Serv를 병행, 사용하려는 추세[8]를 반영하기 위한 것이

며, 하나의 RSVP 네트워크는 최대 캠퍼스 네트워크 규모로 규정한다.

제시되는 프로토콜 모델은 크게 두 부분으로 이루어져 있다. 첫번째 부분은 RSVP 세션의 재설정을 관리하는 부분이며(3.1절), 두번째 부분은 무선 단말의 이동에 의해 발생하는 핸드 오프(hand-off)를 관리하는 부분(3.2절)이다.

3.1 Session Manager

세션 관리자(Session Manager)의 목적은 무선 단말의 이동에 의한 핸드 오프 시 발생하는 RSVP 세션의 재설정 과부하를 최소화 시키는 것이다.

세션 관리자는 세션의 재설정 과부하를 줄이기 위해 세션의 변경이 필요한 네트워크 내의 세션만을 재설정하며 그 외의 영역은 기존의 설정되어 있던 세션을 그대로 사용한다. 이러한 접근 방법은 전체 경로의 자원 예약을 취소하고 송신 노드에서 수신 노드에 이르는 경로를 재설정했던 기존의 매커니즘에 비해 세션의 재설정 과부하를 줄일 수 있다. 또한 이러한 과정은 Mobile IPv6의 확장 헤더(extension header)를 이용하여 구현되는데 이는 Mobile IPv6의 제어 메시지에 피기백(piggy-back)되기 때문에 추가적인 RSVP 제어 메시지의 사용이 불필요하다. 이를 통해서 과부하가 적은 자원 예약 프로토콜을 구현할 수 있으며, 우리는 이를 LRSVP(Light RSVP)라 명명한다.

다음은 이와 같은 LRSVP의 자원 예약 과정이다.

가정) CH(Corresponding Host)와 MH(Mobile Host)는 서로 다른 네트워크에 위치해 있으며, CH가 있는 네트워크의 세션 관리자 SM A, MH가 있는 네트워크의 세션 관리자 SM B라 칭한다.

- 1) CH가 MH와의 세션을 설정하기 위해 PATH 메시지를 보낸다.
- 2) SM(Session Manager) A는 PATH 메시지를 받고 Diff Serv 라인을 통해 SM B에게 전송한다.
- 3) SM B는 CH의 정보를 SM Cache에 저장하고 MH의 HA(Home Agent)에게 받은 PATH 메시지를 전달한다.
- 4) PATH 메시지를 받은 MH는 Piggy-backed Binding Update 메시지를 SM B에게 전송하며, SM B는 SM Cache에 CH에 대한 정보가 있을 경우 Piggy-backed Binding Update 메시지를 SM A에게 전달한다. 그렇지 않은 경우에는 SM B와 MH 사이에 설정된 세션을 취소시키고 Binding Update 메시지에서 확장된 헤더를 제거하여 SM A에게 전송한다.
- 5) MH는 이후 주기적으로 Binding Update 메시지를 CH에게 전송하는데, RESV 메시지가 확장 헤더에 추가되어 CH는 세션이 설정되었음을 주기적으로 확인할 수 있다. 또한, CH가 주기적으로 Binding Request 메시지에 부 옵션을 지정하여 Piggy-backed Binding Update 메시지를 요청, 확인 할 수도 있다.

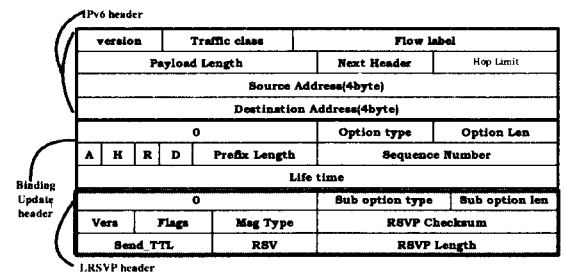


그림 2 Piggy-backed Binding Update Message

위와 같은 프로토콜은 Mobile IPv6 에서 도입된 몇 개의 메시지를 확장하고 있는데, 가장 빈번하게 사용되는 Piggy-backed Binding Update 메시지의 헤더는 <그림 2> 와 같다.

이와 같이 LRSVP 는 기존의 자원 예약 프로토콜과 호환되며 Mobile IPv6 의 제어 메시지에 피기백 되기 때문에 가볍고 유연한 프로토콜이며, 불필요한 메시지의 중복 전송으로 인한 대역폭의 낭비도 줄여 준다라는 장점이 있다.

3.2 Hand-off Manager

핸드 오프 관리자의 목적은 무선 단말의 이동 시 필연적으로 발생하게 되는 서비스의 중단(service disruption) 을 효과적으로 방지하는 데에 있다. 이러한 방지책으로 많이 사용되었던 기존의 방법은 현재 무선 단말의 위치로부터 무선 단말이 이동할 가능성이 있는 모든 주위의 라우터들에 필요한 자원을 미리 예약해 두는 것이다. 이것은 현실적으로 이동할 셀을 미리 추측해 내는 것이 어렵기 때문에 주위의 모든 라우터에 자원을 예약하는 접근법을 사용한 것이지만 자원의 낭비가 너무 심하다는 커다란 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 자원을 예약할 도메인을 효과적으로 선정하여 불필요한 자원 낭비를 방지하는데 초점을 둔다.

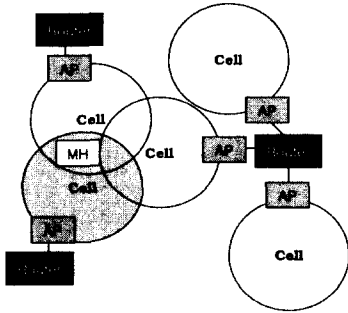


그림 3 MH 의 Hand-off

많은 연구들이 라우터와 AP(Access Point) 를 동일 시 하여 문제를 단순화 하였지만 실제 네트워크의 구축은 그림 3 과 같은 형태가 될 것이다. 따라서 무선 단말이 한 라우터가 지원하는 셀과 셀 사이를 움직일 때와 라우터와 라우터의 경계에서 움직일 경우의 문제로 세분화하여 문제에 접근할 필요가 있다. 본 논문에서 제안된 핸드 오프 관리자는 각 라우터에 위치하여 자원 예약 도메인을 관리한다. 이 때 실제 예약할 도메인의 선정은 2 계층(data link layer)의 자원을 받는다.

IEEE 802.11 무선 랜(Wireless LAN) 에서 NIC(Network Interface Card) 은 각 셀을 커버하고 있는 AP 에게 주기적으로 비콘(beacon)을 받는다[9]. 그림 2 와 같이 무선 단말이 셀의 겹쳐진 경계에 있을 경우에는 각 AP 들로부터 서로 다른 비콘을 받게 된다.

본 논문에서 제시되는 프로토콜은 NDP(Neighbor Discovery Protocol)[10]의 확장으로 구현되며, 비콘의 중복을 판단하는 알고리즘은 MH 의 NIC 디바이스 드라이버 내에서 단순한 형태로 구현된다.

다음은 핸드 오프 관리자의 동작 과정이다.

1) MH가 그림 3 과 같이 셀의 경계에 있을 경우, MH는 중첩된 셀들의 AP로부터 비콘을 받게 된다. 받은 비콘이 MH 가 주기적으로 받던 것과 동일하다면 무시하지만 새로운 AP 의 것이라면 라우터의 핸드 오프 관리자에게 *New AP Report* 메시지를 전송한다.

2) 라우터의 핸드 오프 관리자는 현재 라우터가 패킷을 전달하고 있는 AP 들의 리스트를 유지한다. 따라서 특정 MH로부터 *New AP Report* 메시지가 전달되면 AP 리스트에 있는 것인지 확인한다. 만약 기존의 리스트에 있는 것이라면 단순히 유효 시간 값을 갱신하며, 없는 값이라면 MH 가 라우터와 라우터의 경계에서 움직이려는 것이므로 다른 라우터들에게 *Request AP Discovery* 메시지를 전송하여 자원 예약 도메인의 위치와 필요성을 확인 받는다.

3) *Request AP Discovery* 메시지에 대한 응답은 요청한 AP를 AP 리스트에 갖고 있는 라우터만이 *Reply AP Discovery*에 의해 응답하지만 *Request AP Discovery*의 메시지에 ACK 요청 플래그를 설정하여 메시지를 받은 모든 라우터들에게 결과 통보를 요구할 수 있다.

4) *Reply AP Discovery* 메시지를 받은 라우터는 메시지의 헤더를 검사하여 자원 예약 요청 필드에 1 이 설정되어 있으면 *Request Resource Reservation* 메시지를 전송하여 자원을 예약한다.

5) MH 가 핸드 오프를 완료하면 *Request Reservation Update* 메시지를 Anycast 주소로 전송하여 불필요한 자원 예약을 해지한다.

이와 같이 핸드 오프 관리자를 설계, 구현함으로써 예약할 도메인을 최소화하여 불필요한 자원의 낭비를 막을 수 있으며, 대역폭을 보다 효율적으로 사용할 수 있다.

4. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 Mobile IPv6 기반의 무선 네트워크에서 QoS 를 지원하기 위한 프로토콜 모델을 제시했다. 제시된 프로토콜 모델은 QoS 지원에 주요 요소인 세션 재설정 문제와 자원의 예약 문제에 효과적인 접근 방법을 제시하고 있다. 특히, Mobile IPv6 를 기반으로 한 모델이기 때문에 기존의 Mobile IPv4 기반의 여러 연구들이 갖고 있던 많은 문제점들을 극복하며 프로토콜의 경량화, 2 계층 지원에 의한 예약 도메인의 최소화 등은 본 프로토콜 모델의 커다란 장점이라 할 수 있다. 현재는 본 프로토콜 모델의 시뮬레이션 모듈 제작이 진행 중이며, 리눅스를 기반으로 한 프로토콜의 구현이 이루어질 것이다.

5.참고 문헌

- [1] R.Braden, L.Zhang, S.Herzog, and S.Jamin, "Resource ReSerVation Protocol:Version 1 Functional Specification," RFC 2206, September, 1997.
- [2] C. Perkins, "IP Mobility Support", RFC 2002, October 1996.
- [3] K.Talukdar and A.Acharya, "MRSVP:A Reservation Protocol for an Integrated Services Packet Network with Mobile Hosts," Tech. Report, 1998.
- [4] A.Terzis, M. Srivastava, and L.Zhang, "A Simple QoS Signaling Protocol for Mobile Hosts in the Integrated Services Internet," Proc. of "The INFOCOM 1999.
- [5] C. Perkins and David B.Johnson, "Route Optimization in Mobile IP," Internet-Draft, work in progress, February 1998.
- [6] Wen-Tsuen Chen and Li-Chi Huang, "RSVP Mobility Support: A Signaling Protocol for Integrated Services Internet with Mobile Hosts," Proc. of the INFOCOM 2000.
- [7] C. Perkins and David B.Johnson, "Mobility Support in IPv6," Internet-Draft, work in progress, April 2000.
- [8] V.Bernet, R.Yavatkar, P. Ford, F. Baker, L. Zhang, M. Speer, R. Braden, B. Davie, J. Wroclawski, and E. Felstaine, "A Framework For Integrated Services Operation Over Diffserv Networks," Internet-Draft, work in progress, May 2000.
- [9] Jim Geier, "Wireless LANs, Implementing Interoperable Networks," Macmillan technical publishing, 1999.
- [10] T.Narten, E. Nordmark, and W. Simpson, "Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)," RFC 2461, December 1998.