

Mobile IP와 Cellular IP 통합 환경에서 실시간 플로우를 위한 RSVP 자원 예약 기법

류호연^o 김명일 김성조

중앙대학교 컴퓨터 공학부

{hyryu^o, mikim, sjkim}@konan.cse.cau.ac.kr

A Resource Reservation Mechanism for Real-time Flow Using RSVP on Mobile IP and Cellular IP Intergration Environment

HoYeon Ryu^o MyungIl Kim SungJo Kim

School of Computer Science & Engineering, Chung-Ang University

요 약

현재 네트워크 시스템 구조는 고정된 호스트에게 실시간 서비스를 제공할 수 있지만, MH(Mobile Host)가 빈번하게 이동하는 이동 컴퓨팅 환경에는 높은 수준의 QoS(Quality of Service)를 제공하지 못한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문은 Mobile IP와 Cellular IP 통합 환경에서 MH의 핸드오프를 내부영역 핸드오프(intra-domain handoff)와 외부영역 핸드오프(inter-domain handoff)로 나누어 실시간 서비스를 제공하기 위한 자원 예약 기법을 제안한다. 이 예약 기법은 MH의 이동에 관계없이 높은 수준의 QoS를 제공할 수 있고, Mobile IP 네트워크 영역의 부하를 줄일 수 있는 장점이 있다.

1. 서 론

현재 인터넷에서 널리 사용되고 있는 TCP(Transmission Control Protocol)는 실시간 멀티미디어 어플리케이션에게 높은 수준의 QoS를 보장해주지 못하기 때문에 실시간 멀티미디어 어플리케이션에 적합한 전송 프로토콜이 필요하게 되었다. 이에 따라, IETF(Internet Engineering Task Force)는 수신자에서 예약을 시작하는 모델로 수신자의 다양한 QoS 요구를 수용할 수 있고, 네트워크 자원을 미리 예약해 각각의 플로우에 대해 QoS를 보장할 수 있는 RSVP(Resource ReSerVation Protocol)를 제안하였다[1]. RSVP는 유선망을 기반으로 설계되었기 때문에, 사용자의 이동성이 고려되지 않았다. 무선 네트워크에서 MH의 핸드오프는 셀과 셀 사이에서 발생하기 때문에 핸드오프를 수행할 때마다 송신자와 수신자 사이의 경로가 변경되어 네트워크 자원을 다시 예약해야 한다. 이러한 QoS 보장 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 MH의 핸드오프를 CIP(Cellular IP)[2] 네트워크 영역 내의 이동인 내부영역 핸드오프와 CIP 네트워크 영역간의 이동인 외부영역 핸드오프로 나누고 이에 따라 자원을 미리 예약하는 자원예약 메커니즘을 제안한다. 제안된 예약 기법은 MIP(Mobile IP)[3]와 CIP 통합 환경[4]에서 각각의 플로우에 대해 QoS를 보장할 수 있는 RSVP를 적용하여 MH의 이동성에 관계없이 높은 수준의 QoS를 보장할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 IP 이동성을 제공하는 환경에서 RSVP를 이용한 기존의 자원 예약 기법에 대해서 소개한다. 3장에서는 본 논문이 제안하는 MIP와 CIP 통합 환경에서 RSVP를 이용한 자원 예약 기법에 대해 설명하고 4장에서는 실험 환경 및 결과에 대해 설명한다. 마지막으로 5장에서는 결론과 향후 연구 방향에 대해 설명한다.

2. 관련 연구

MRSVP(Mobile RSVP)는 MIP와 RSVP를 이용한 자원 예약 기법으로 MH가 위치한 현재 셀과 MH가 이동 가능한 모든 이웃 셀에 MH가 필요로 하는 자원을 미리 예약한다[5]. 따라서 실제로 이동하지 않을 셀에 대해서도 자원을 미리 예약하기 때문에 상당한 대역폭 낭비를 초래한다. 실시간 서비스를 제공받고자 하는 MH는 먼저 이동 가능한 모든 이웃 셀에 필요로 하는 자원이 예약될 때까지 기다려

야 하기 때문에, MH가 실시간 서비스를 제공받기까지 대기 시간이 길어진다. 또한, MIP를 기반으로 하는 기법이기 때문에 MH의 빈번한 핸드오프시 MH의 위치등록 오버헤드와 RSVP 터널링[6] 문제도 발생한다.

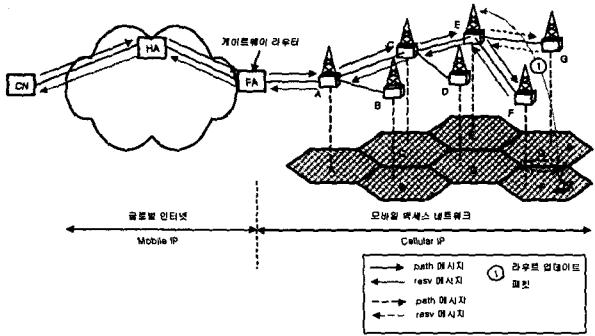
HMRSPV(Hierarchical Mobile RSVP)는 MIP 지역 등록(regional registration)과 RSVP를 이용한 자원 예약 기법으로 MH가 서브넷 내의 이동인 내부영역 핸드오프시에는 미리 자원 예약을 하지 않는다. 반면 서브넷 사이의 이동인 외부영역 핸드오프시에는 셀 간의 중첩되는 영역에서 이동하려는 셀의 자원을 미리 예약한다[7]. 따라서, MH가 위치한 셀의 모든 이웃 셀에 자원을 미리 예약하지 않기 때문에 그만큼 자원 낭비를 줄일 수 있다. 내부영역 핸드오프시에 수행되는 MIP 지역 등록을 이용하여 새롭게 자원 예약을 해야 하는 경로의 길이와 MH의 위치등록 경로의 길이를 줄일 수 있기 때문에, MH의 핸드오프 오버헤드를 감소시킨다. 그러나 외부영역 핸드오프시, 이동하려는 셀의 대역폭이 부족하거나 MH의 이동 속도가 빠를 경우, 셀 간의 중첩 영역에서 미리 자원을 예약하는 기법은 예약을 실패할 가능성이 있다. 또한, MIP 지역 등록은 MIP의 문제점을 그대로 가지고 있기 때문에 MIP 지역 터널링(regional tunneling)을 수행하는 GMA(Gateway Mobility Agent)와 서브넷 내에서 MH의 위치를 관리하는 PA(Proxy Agent)사이에 MH의 위치등록 오버헤드와 RSVP 터널링 문제가 발생한다.

CORP(Concatenation and Optimization for Resource Reservation Path in Mobile Internet)는 MIP와 RSVP를 이용한 자원 예약 기법으로 CRP(Concatenation of Resource Reservation Path)와 ORP(Optimization for Resource Reservation Path)의 두 과정으로 나뉘어 실행된다[8]. CRP과정은 MH가 핸드오프전에 이웃 셀의 자원을 미리 예약하고, MH가 핸드오프를 수행할 때 RSVP를 사용해 자원예약 경로를 확장한다. ORP과정은 핸드오프후 확장된 자원예약 경로를 제거하고, 최적의 자원예약 경로를 새로 만든다. 이때 ORP과정이 끝날 때까지 자원예약 경로 확장으로 인해 많은 자원 낭비가 발생한다. CORP는 HMRSPV처럼 실시간 데이터 전송을 시작하는 시간이 오래 걸리는 문제, MH의 위치등록 오버헤드 그리고 RSVP 터널링 문제가 발생한다.

3. MIP와 CIP 통합 환경에서 실시간 플로우를 위한 RSVP 자원 예약 기법

3.1. 내부영역 핸드오프

(그림 1)은 수신자인 MH가 내부영역 핸드오프시 자원 예약 경로를 재설정하기 위해 전송하는 RSVP 메시지의 흐름을 보여준다. MH는 셀 F와 셀 G의 중첩되는 영역에서 BS G를 거쳐 게이트웨이 라우터인 FA에게 라우트 업데이트 패킷을 전송한다. MH에서 FA사이의 중간 BS들은 라우트 업데이트 패킷이 온 경로가 기존에 있던 경로와 같는지 비교해 만일 같지 않다면, 중간 BS들은 MH가 핸드오프를 수행했다는 것을 알게 된다. 이러한 방법에 의해 BS E는 MH의 핸드오프 사실을 알게 된다. 이때 BS E는 MH가 필요로 하는 자원을 예약하기 위해 기존에 있던 MH의 path state를 이용해서 RSVP path 메시지를 만들어 MH에게 전송한다. RSVP path 메시지를 받은 BS G는 path state를 생성하고 MH에게 RSVP path 메시지를 전송한다. RSVP path 메시지를 받은 MH는 RSVP resv 메시지를 만들어 BS G에게 전송한다. 이때 BS G는 resv state를 생성하고



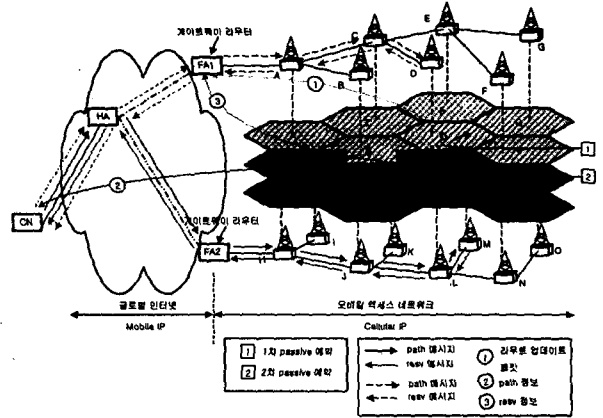
(그림 1) MH가 수신자일 때 내부영역 핸드오프시 자원 예약 경로

BS E에게 RSVP resv 메시지를 전송한다. RSVP resv 메시지를 받은 BS E는 기존의 예약 설정을 수정하고 RSVP resv 메시지를 버린다. MH가 셀 F와 셀 G의 중첩 영역을 벗어날 경우, passive 예약은 active 예약으로 변경되고 실제 데이터가 전송된다. 그리고 BS E는 BS F를 통해 RSVP path teardown 메시지를 MH에게 전송하고, MH는 RSVP resv teardown 메시지를 BS F를 통해 BS E에게 보낸다. BS F는 기존의 예약 정보인 path state와 resv state를 삭제한다.

3.2. 외부영역 핸드오프

MH가 외부영역으로 핸드오프를 수행할 경우, 자원 예약에서 가장 문제가 되는 것은 MIP 네트워크 영역의 병목 현상으로 인해 MH를 위한 자원 예약이 실패하는 것이다. 따라서 MH가 CIP 네트워크 영역 사이의 경계 셀에 위치했을 때, MIP 네트워크 영역에 자원을 미리 예약하고, MH가 외부영역으로 핸드오프될 때 CIP 네트워크 영역의 자원을 예약한다면 MH에게 높은 QoS를 보장할 수 있게 된다. 이러한 예약기법은 크게 MIP 네트워크 영역의 자원 예약인 1차 passive 예약과 CIP 네트워크 영역의 자원 예약인 2차 passive 예약으로 나뉘어 수행된다. (그림 2)는 수신자인 MH가 외부영역 핸드오프시 자원예약 경로를 재설정하기 위해 전송하는 RSVP 메시지의 흐름을 보여준다. MH가 셀 L에서 셀 M으로 핸드오프될 경우, BS M은 MH의 외부영역 핸드오프에 대처하기 위해 MIP 네트워크 영역에 자원을 미리 예약한다. 이를 위해, BS M은 외부영역에 존재하는 FA1에게 MH의 QoS 요구 정보와 MH에 대한 세션 정보를

포함한 resv 정보를 전송하고, 송신자가 외부영역 FA1과 자원을 미리 예약할 수 있도록 FA1의 IP 주소를 포함한 path 정보를 송신자에게 보낸다. 이때, 송신자는 외부영역의 FA1과 1차 passive 예약을 수

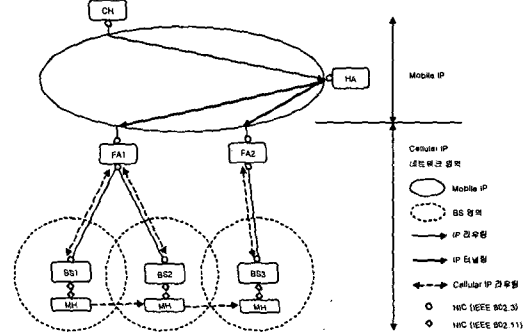


(그림 2) MH가 수신자일 때 외부영역 핸드오프시 자원 예약 경로

행한다. MH가 외부영역인 셀 D로 이동할 경우 셀 M과 셀 D의 중첩 영역에서 FA1을 거쳐 HA에 위치 등록을 수행하고, 내부영역 핸드오프와 같은 방법으로 2차 passive 예약을 수행한다. MH가 셀 M과 셀 D의 중첩 영역을 벗어날 경우 두 passive 예약은 active 예약으로 변경되고 실제 데이터가 전송된다. 그리고 FA2를 통한 기존의 active 예약은 passive 예약으로 변경된다.

4. 실험 환경 및 결과

본 논문에서 제안된 자원 예약 기법에 대한 성능 평가를 위해 (그림 3)과 같이 테스트 베드를 구축하였다.

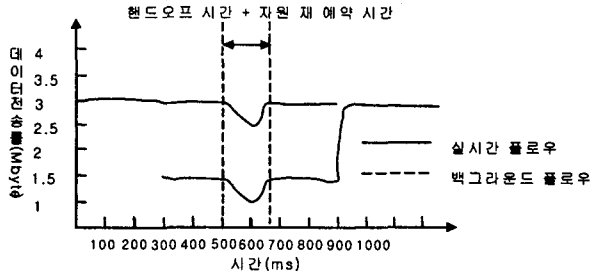


(그림 3) 테스트베드

사용된 소프트웨어는 매크로 이동성을 위해 Helsinki 대학에서 개발한 MIP[9]와 마이크로 이동성을 위해 Columbia 대학에서 개발한 CIP[10]를 사용하였다. 라우터에서의 자원 예약을 위해 ISI(USC Information Sciences Institute)에서 배포한 RSVP[11]를 각각의 라우터에 설치하였다. 그리고 MH의 이동에 따라 자원 예약경로를 동적으로 변경하기 위해 자원 예약 에이전트를 구현하여 모든 호스트에 설치하였다. CH(Correspondent Host)와 MH 사이에 실시간 플로우와 백그라운드 플로우를 전송하기 위해 양쪽에 MGEN(Multi-Generator Toolset)[12]을 설치하고 플로우의 예약 상태를 확인하

기 위해 MH에 TTT(Tele Traffic Tapper)[13]를 설치하였다. 마지막으로 BS들과 MH는 Orinoco[14] 무선 랜카드를 사용하여 상호간의 무선 네트워킹이 가능하도록 하였다.

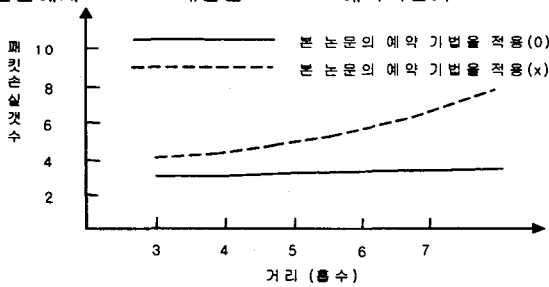
본 논문은 성능평가를 위해 실제 환경에서 수행한 CORP의 성능평가 방법을 사용하였다. CH가 송신자이고 MH가 수신자인 경우에 대해 내부영역 핸드오프를 테스트 하였다. 먼저, 제안된 예약 기법이 백그라운드 플로우에 영향을 받지 않는다는 것을 보여주기 위해 CH에서 MH까지 자원 예약을 통해 실시간 플로우를 전송하고 백그라운드 플로우를 발생시켜 MH의 이동에 따라 데이터 전송률을 측정하였다. 이에 대한 결과는 (그림 4)와 같다. CH와 MH는 RSVP 메시지를 교환해서 총 10Mbps의 대역폭중 3Mbps를 예약하고 이 예약 경로를 통해



(그림 4) 백그라운드 플로우에 대한 기존 예약 플로우 변화

실시간 플로우를 전송한다. 150ms 후 라우터에 자원 예약이 안된 백그라운드 플로우를 3Mbps로 전송하였다. 백그라운드 플로우의 전송과 관계없이 실시간 플로우는 같은 데이터 전송률을 유지하기 때문에 대역폭이 예약된 실시간 플로우는 백그라운드 플로우에 영향을 받지 않는 것을 알 수 있다. MH가 핸드오프 했을 경우, 두 플로우는 약간의 전송률 변동이 발생하지만 187ms 정도의 짧은 시간으로 사용자가 인지할 수 있는 정도[15]는 아니며 본 논문에서 제안한 예약 기법이 백그라운드 플로우에 크게 영향 받지 않는 것을 알 수 있다. 900ms 후 실시간 플로우 전송이 종료되어 백그라운드 플로우가 여분의 대역폭을 사용할 수 있게 되어 대역폭을 3Mbps까지 사용하게 된다.

(그림 5)는 CH와 MH 사이의 홉(hop)수에 따라 손실된 패킷의 수를 측정한 결과이다. 성능 비교를 위해 본 논문에서 제안한 예약 기법과 CH



(그림 5) 거리에 따른 패킷 손실 개수

와 MH사이에 새로 자원 예약을 수행하는 방법을 비교하였다. CH와 MH의 거리에 따른 패킷 손실 개수를 측정하기 위해 동시에 150 바이트 크기의 패킷을 초당 500 개씩 전송하였다. CH와 MH의 거리에 따라 제안된 예약 기법을 적용하였을 경우는 패킷 손실 개수가 3개 이하이

나, 제안된 예약 기법을 적용하지 않았을 경우는 패킷 손실 개수가 증가하는 것을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 MIP와 CIP 통합 환경에서 RSVP를 이용한 자원 예약 기법을 제안하였다. 이러한 예약 기법은 기존 기법에 비해 다음과 같은 장점이 있다. 먼저, MH가 이동 가능한 모든 이웃 셀에 자원을 미리 예약하지 않기 때문에 기존의 예약 기법들에 비해 네트워크 자원의 낭비를 줄일 수 있고, 내부영역 핸드오프의 경우 CIP 네트워크 영역에서만 자원 예약 경로가 변경되기 때문에 실시간 서비스가 끊어질 가능성이 적다. 또한, MH가 실시간 서비스를 제공받기 시작하는데 걸리는 시간이 짧고, CIP 네트워크 영역에서는 RSVP 터널링의 문제가 발생하지 않는다. MH가 외부영역 핸드오프시 자원예약에서 병목현상이 발생하는 MIP 네트워크 영역의 자원을 미리 예약하기 때문에 MH에게 높은 QoS를 보장해 줄 수 있다.

향후 연구로 외부영역 핸드오프를 위한 예약 에이전트를 구현하고 내부영역 성능평가와 같은 방법을 사용하여 성능을 평가할 것이고 위에서 설명한 장점들을 증명하기 위해 수학적 분석이 필요하다.

참고 문헌

- [1] R. Branden, et al., *Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification*, RFC 2205, IETF, 1997.
- [2] A. G. Valko, "Cellular IP: A New Approach to Internet Host Mobility," *ACM Comp. Commun. Rev.*, pp. 50-65, 1999.
- [3] C. E. Perkins, *Mobile IP*, Addison-Wesley, 1997.
- [4] M. Carli, et al., "Mobile IP and Cellular IP Integration for Inter Access Networks Handoff," *IEEE International Conference on Communications*, pp. 2467-2471, 2001.
- [5] A. K. Talukdar, et al., *MRSVP: A Reservation Protocol for an Integrated Service Packet Network with Mobile Host*, Tech Report TR-337, Rutgers University, 2001.
- [6] A. Terzis et al., *RSVP Operation Over IP Tunnels*, RFC 2746, IETF, 2000.
- [7] C. Tseng, G. Lee, and R. Liu, "HMRSVP: A Hierarchical Mobile RSVP Protocol," *2001 International Conference on Distributed Computing Systems Workshop*, pp. 467-472, 2001.
- [8] K. Lee, et al., "CORP - A method of Concatenation and Optimization for Resource Reservation Path in Mobile Internet," *IEICE Transactions on Communications*, pp. 479-489, 2003.
- [9] <http://www.cs.hut.fi/Research/Dynamics/mail/user/0140.html>
- [10] <http://www.comet.columbia.edu/cellularip/>
- [11] <ftp://ftp.isi.edu/rsvp/realse>
- [12] <http://manimac.itd.nrl.navy.mil/MGEN/>
- [13] <ftp://ftp.csl.sony.co.jp/pub/kjc/ttt-1.7.tar.gz>
- [14] <http://www.orinocowireless.com/>
- [15] V. Caceres, et al., "Fast and Scable Wireless Handoffs in Supports of Mobile Internet Audio," *ACM Mobile Networking and Application(MONET)*, Vol. 3, pp 351-363, 1999.