

계층적 이동 IPv6 네트워크에서 FRSVP를 이용한 QoS 보증 방안

김 보 균[†] · 홍 충 선^{**} · 이 대 영^{***}

요 약

본 논문은 계층적 이동 IPv6 네트워크 환경에서 MN의 이동을 지역내와 지역간으로 구분하여 자원예약 경로에 대한 빠른 자원예약을 수행하는 알고리즘이다. 제안 알고리즘에서 MN은 계층적 이동 IPv6 환경에서 셀 영역이 겹쳐지는 영역으로 이동하였을 때 이동에 예측되는 셀의 L2 비콘 신호를 얻을 수 있다고 가정하고 이 신호를 이용하여 사전예약을 수행한다. 지역내 이동은 가장 가까운 공통 경로의 라우터를 통한 사전예약을 하고, 지역간 이동은 이동할 영역의 MAP의 QA(QoS Agent)를 통하여 해당 AR로의 사전예약을 수행하며, CN과의 예약 경로 최적화를 통한 자원예약을 수행한다. 제안 알고리즘은 이를 통하여 신속하고 효과적인 예약 경로를 설정할 수 있으며, 대역폭의 효율적인 사용과 데이터 전송시 서비스 저하를 최소화 할 수 있다.

키워드 : 자원예약프로토콜, 계층적 이동 IPv6, 공통경로, L2 신호

A QoS Guaranteed Mechanism Using the FRSVP in the Hierarchical Mobile IPv6

Bo-Gyun Kim[†] · Choong-Seon Hong^{**} · Dae-Young Lee^{***}

ABSTRACT

This paper divides domains into the intra, inter domain according to the mobile node's movement and proposes the Fast RSVP algorithm on the HMIPv6. It is done to advance reservation using L2 beacon signal when MN is located to overlapped cell area. In case of intra-region handoff, the advance reservation is reserved at the nearest common router and In case of inter-region handoff, it is done to advance reservation through the other site MAP's QA(QoS Agent) to the AR and optimize CN's path. Because of using the bandwidth efficiently and switching the data path quickly, the proposal algorithm minimizes the service disruption by data routing.

Key Words : RSVP, HMIPv6, Common Path, L2 Signal

1. 도 입

Mobile IP 환경에서 RSVP(Resource Reservation Protocol)를 적용하는 방법에 대한 많은 연구들이 있었다. HMIPv6(Hierarchical Mobile IP version 6)의 구조는 MIPv6(Mobile IPv6)와 다르기 때문에 이동성 처리 및 QoS 보장 방법 또한 MIPv6와 다르다. HMIPv6에서 MN이 지역내(intra-domain)에서 이동할 때 HA와 CN에 이동정보를 보내지 않으며 지역간(inter-domain) 이동일 때 MN은 HA와 CN에 새로운 위치를 알린다.

원래 Mobile IP는 광범위한 사용을 위해 하부 링크 레이

어에 대한 어떠한 가정도 없이 설계되었다[1]. 하지만 최근 L2(Layer 2) 비콘 신호를 이용하여 빠른 핸드오프를 수행하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 본 논문 또한 MN은 다중의 무선 부착점으로부터 동시에 L2 신호를 검출한다고 가정한다.

MN이 이동할 때 RSVP를 통한 새로운 예약 경로가 설정되며 기존 예약경로는 해제되는데, 특히 HMIPv6 구조의 특성상 신규 경로는 이전 경로와 많은 경로가 중복되며 공통 경로가 많기 때문에, 신규 경로의 설정과 기존 경로의 해제는 전체 경로의 일부에서만 수행되도록 하여 신속한 자원예약을 수행하고, 대역폭 사용을 줄이며, 종단간(end-to-end) 예약이 아닌 이전 경로와 신규경로와의 공통라우터를 통한 짧은 경로에 대한 자원예약을 통해 신속하게 RSVP 경로를 설정함으로써 핸드오프로 인한 QoS 저하를 최소화할 수 있다.

※ This work was supported by University ITRC Project of MIC.

[†] 정 회 원 : 제주한라대학 정보통신과 전임강사

^{**} 종신회원 : 경희대학교 전자정보학부 조교수

^{***} 정 회 원 : 경희대학교 전자정보학부 교수

논문접수 : 2005년 4월 6일, 심사완료 : 2005년 6월 7일

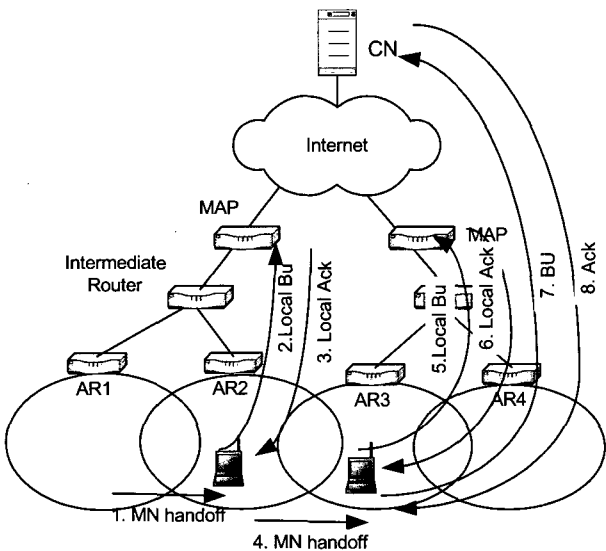
제안 알고리즘은 HMIPv6 환경에서 L2 신호를 이용한 빠른 자원예약을 통한 사전예약 경로설정을 함으로써 대역폭의 효율적인 사용과 효과적인 데이터 경로 전환을 통한 서비스 저하를 최소화 하는 방법이다.

본 논문은 2장에서 관련 연구들을 제시하고, 3장에서는 HMIPv6 환경에서 제안 알고리즘의 자원예약 방법을 제시하며, 모의실험 및 결과를 4장에 제시하며 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 HMIPv6

MIPv6에서 핸드오프가 발생하여 서브넷을 이동할 때, MN은 바인딩 갱신 메시지를 CN과 HA로 전달하여 이동 사실을 알린다[2]. MN이 홈 망에서 먼 거리로 이동할 때 이러한 등록 방식은 긴 등록 시간을 유발하며 망에 불필요한 트래픽을 유발시킨다. HMIPv6는 MIPv6의 이러한 문제를 해결하기 위하여 제안된 방법으로서, 지역적 HA로 동작하는 MAP(Mobility Anchor Point)을 도입하고, MN의 이동에 대하여 MAP 영역을 기준으로 지역내 이동과 지역간 이동으로 구분하며, 지역 내 이동은 MAP가 처리하게 하여 HA나 CN에 대한 MN의 지역적 이동을 숨기며, 지역간 이동에 대해서만 HA와 CN에 이동 사실을 알리는 바인딩 갱신 메시지를 전송함으로써 등록에 따른 부하를 줄이는 방법이다[3].



(그림 1) HMIPv6에서 MN의 이동 및 등록

HMIPv6에서 바인딩 갱신에 대한 동작이 (그림 1)에 제시되었다. AR은 무선 인터페이스를 가지는 액세스 라우터를 나타내며, 라우터는 계층구조로 정렬되어 있다.

2.2 RSVP

RSVP는 송신자와 수신자간의 QoS 경로를 설정하는데

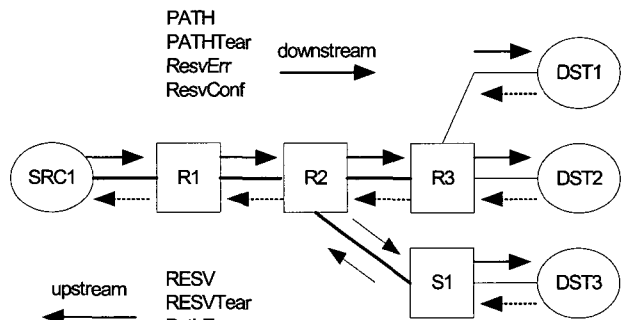
사용되는 수신자 주도의 신호 프로토콜로서[4, 5], 데이터 수신자가 자원을 예약하고 관리한다.

RSVP에서 자원예약을 위해 사용되는 기본 메시지는 트래픽 송신 호스트로부터 발생하는 path 메시지와 트래픽 수신 호스트로부터 생성되는 resv 메시지이다. path 메시지는 송신 호스트에서 수신 호스트로 경로를 따라 각 라우터에 path 상태를 형성하고 수신 호스트에게 송신 호스트가 발생하는 트래픽 특성에 대한 정보와 종단간 경로에 대한 정보를 제공하여 수신 호스트에서 적절한 자원요청을 할 수 있도록 한다.

RSVP는 ICMP와 같이 IP 데이터그램의 페이로드 안에 놓인다. RSVP를 위한 확장 IP 헤더 값은 46이다. 모든 RSVP 메시지는 공통의 RSVP 헤더를 가지며, 그 이후로 오브젝트들로 연결되어 하나의 메시지를 구성한다.

path 메시지는 SESSION, PREV_HOP, TIME_VALUES, SENDER_TEMPLATE, SENDER_TSPEC, ADSPEC 오브젝트로 구성되며, resv 메시지는 SESSION, PREV_HOP, TIME_VALUES, STYLE, FLOWSPEC, FILTER_SPEC 오브젝트로 구성된다.

(그림 2)는 하나의 송신자 SRC1과 DST1, DST2, DST3의 세 개의 수신자가 있는 멀티캐스트 세션에서 RSVP를 사용한 예를 보인다.



(그림 2) RSVP 메시지

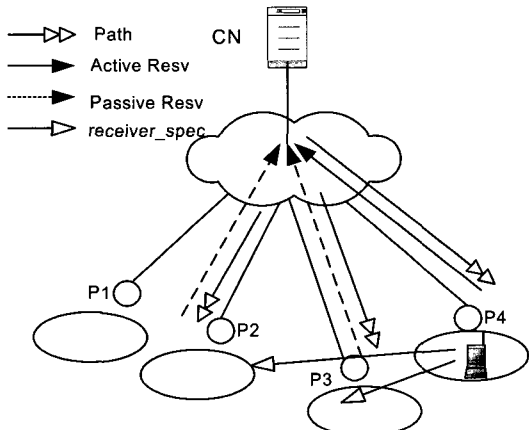
2.3 모바일 환경에서 RSVP 적용

RSVP는 유선환경 기반에서 동작하는 프로토콜로서 제안 되어졌으며, Mobile IP에 적용하기에는 몇 가지 문제점이 존재한다. 첫 번째로 MN이 핸드오프를 진행하고, 새로운 위치로 이동한 후에 이전에 할당된 자원들은 더 이상 쓸모가 없게 된다. MN이 다른 서브넷으로 이동했을 경우 미리 자원을 예약하지 않기 때문에 QoS를 보장하는 지속적인 데이터 전송이 이루어지기 어렵다. 그러므로 Mobile IP에서 RSVP 프로토콜을 적용함에 있어 MN의 핸드오프 후 새로운 위치로 이동하였을 때 사전예약이 필요하다.

두 번째로 MN의 핸드오프 인하여 새로운 RSVP 예약경로가 설정될 때, 신규 경로와 이전 경로는 많은 중복이 발생하는데, 전체 경로상의 일부 구간에 대해서만 자원예약을 수행함으로써 서비스 대역폭이 효과적인 사용과 신속한 자

원예약을 수행하도록 하는 것이 필요하다.

Talukdar는 RSVP의 확장으로서 MN의 이동에 무관한 QoS 제공을 위한 Mobile RSVP(MRSVP)를 제안하였다[6]. 사전 자원예약을 위하여 MN이 미래에 방문할 위치의 집합인 MSPEC에 대하여 MN을 위한 사전예약을 만든다.



(그림 3) MRSVP 알고리즘의 자원예약

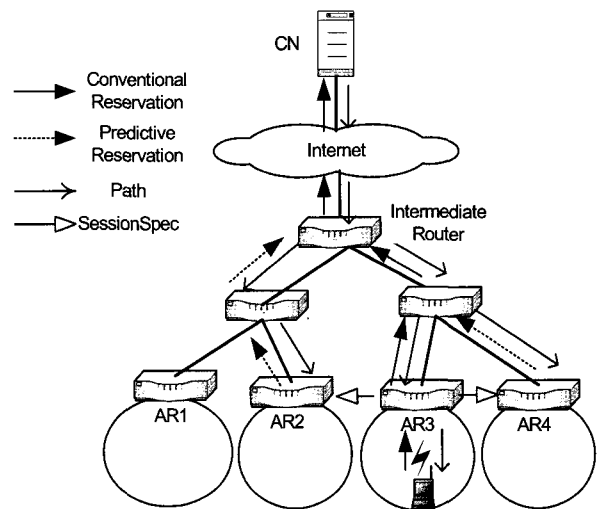
능동(active) 예약 경로는 패킷이 실제로 전송되어지는 경로이며, 수동(passive) 예약 경로는 실제 패킷 흐름은 없고 예약만 한다. MN이 새로운 위치로 이동할 때, 방문위치에서 수동예약은 능동예약으로, 능동예약은 수동예약으로 변경된다. MN이 이동하는 새로운 영역에서 필요로 하는 자원이 수동예약 경로로 잡혀있기 때문에 빠른 자원예약이 가능하다. 즉 MRSVP를 통하여 QoS를 보증하는 심리스 핸드오프가 가능하다. 그러나 MRSVP는 사전 자원예약을 할 때, MSPEC의 모든 인접 프락시 에이전트에 대하여 사전예약을 하기 때문에 대역폭을 낭비하며 시스템 성능을 떨어뜨린다. MRSVP 알고리즘의 자원예약 방법이 (그림 3)에 제시되었다.

Tseng은 MRSVP에서 과도한 수동자원예약으로 인한 오버헤드와 자원소비를 줄이기 위하여 Hierarchical MRSVP (HMRSVP)를 제안하였다[7]. HMRSVP는 RSVP 터널링과 Mobile IP 지역등록기법이 적용되었으며 MN이 영역 내에서 이동할 때는 사전예약 없이 MAP(Mobility Anchor Point)에 대하여 이동정보 등록 후 자원을 예약하며, 영역간을 이동할 때 사전예약을 수행한다. 그러나 HMRSVP는 RSVP 터널링, Mobile IP 지역등록과 수동예약 지원을 위해 기존 알고리즘의 변화를 요구한다. 또한 지역간 핸드오프가 발생할 때 핸드오프가 발생하고, HA 및 CN에 대한 CoA 등록이 끝난 후에 자원을 예약하기 때문에 RSVP 사전예약 설정시간 지연으로 인한 패킷 유실이 발생한다.

Chen은 자원예약을 위해 MRSVP의 예약방법과 유사한 conventional RSVP, predictive RSVP 그리고 temporary RSVP 예약방식을 통해 자원을 예약하는 RSVP 확장 알고리즘을 제안하였다[8]. MN이 새로운 셀로 진입할 때 현재 MN이 속해있는 모바일 프락시는 인접 모바일 프락시에 멀

티캐스트 그룹 결함을 위한 메시지를 보낸다. MN이 이동할 셀의 모바일 프락시는 path 메시지를 수신하며, 이를 통해 predictive RSVP를 설정한다.

IP 멀티캐스트는 MN과 라우터의 QoS 예약설정과 이동에 유용하다. MN과 라우터는 멀티캐스트 그룹의 결함과 해체를 통하여 RSVP 예약을 설정하고 해제한다. 그리고 모바일 프락시가 예약을 해제할 때, 멀티캐스트 그룹을 떠난다. 멀티캐스트 그룹을 떠난 후, path 메시지는 더 이상 전달되지 않으며 예약은 소프트웨어 상태 타임아웃에 의해 종료될 것이다. Chen의 알고리즘을 통한 자원예약방법이 (그림 4)에 제시되었다.



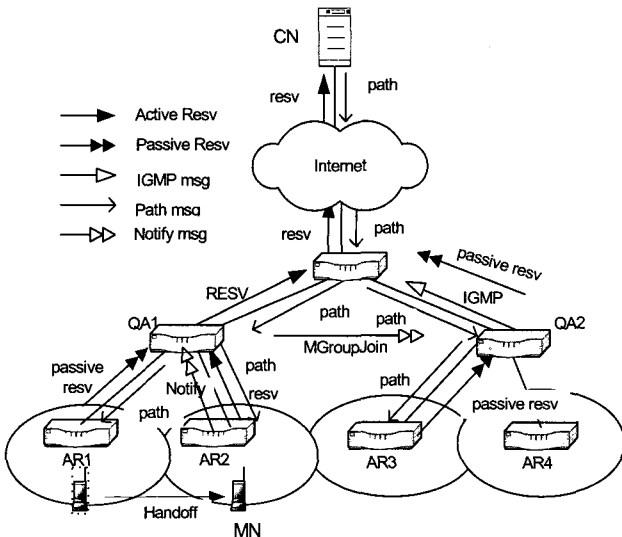
(그림 4) Chen 알고리즘의 자원예약

그림에서 인접 셀의 predictive RSVP를 위해 MN은 멀티캐스트 주소가 포함된 SessionSpec 메시지를 주변 인접 셀의 프락시로 보냄으로써, 멀티캐스트 그룹의 멀티캐스트 주소를 포함한 SessionSpec과 플로우 지시자(flow descriptor) 정보를 전달한다. 메시지를 받았을 때, 인접 모바일 프락시는 SessionSpec에 포함된 멀티캐스트 주소를 갖는 멀티캐스트 그룹에 결합하며, FLOWSPEC을 기록한다. MN도 같은 방법으로 멀티캐스트 그룹에 결합한다. 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 통하여 MN이 path 메시지를 받았을 때, MN과 인접 모바일 프락시는 각각 Conventional Resv과 Predictive Resv을 수행한다. Conventional Resv과 Predictive Resv은 멀티캐스트 트리의 업스트림으로 진행하면서 병합된다. 하지만 이 방법 또한 인접 모든 셀에 대한 사전예약이 필요하기 때문에 유선링크 대역폭을 과도하게 사용하는 문제점이 발생한다.

Huang은 HMIPv6 환경에서 지역내와 지역간을 구분하여 Chen의 3가지 RSVP 예약방법을 사용하여 자원을 예약한다 [9]. (그림 5)에서 지역내 이동은 MSPEC에 기록된 셀로 사전예약을 하며, 지역간 이동은 멀티캐스트를 통한 자원예약을 수행한다. Huang의 알고리즘은 Chen의 예약모델을 HMIPv6 구조에 적용하였으나, 계층구조의 특성을 효과적으

로 반영하지 못하는 문제점이 발생한다. 또한 중단간 자원 예약보다 경로가 짧은 MN에서 MAP까지의 구간에 대한 자원 예약을 하지만 도메인 영역에서 가장 거리가 먼 MAP에 대하여 자원을 예약함으로써 QoS 설정을 위한 설정시간의 지연과 대역폭 낭비 등의 문제점을 발생한다.

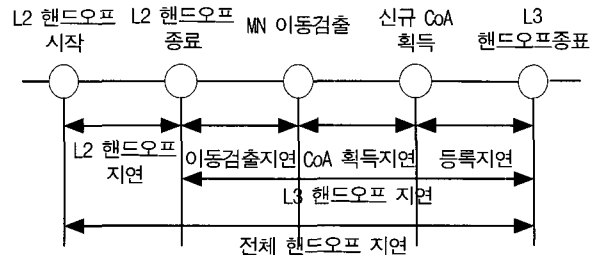
(그림 5)에서 MN이 사이트의 경계인 AR2로 이동했을 때, QA1은 MN이 가까운 미래에 방문 가능한 QA2로 MN의 멀티캐스트 그룹의 세션정보를 MGroupJoin 메시지를 통하여 보낸다. QA2는 QA1과 같은 멀티캐스트 그룹에 결합하며 path 메시지를 받는다. QA2는 Pre-reserveNotify와 path 메시지를 AR3로 보내며, AR3는 사전예약을 위하여 Passive REV 메시지로 응답한다. MN이 계속해서 이동한다면 QA1은 IGMP 해제 메시지를 보내어 기존의 예약을 종료한다.



(그림 5) Huang 알고리즘의 자원예약

L2 동작을 L3 핸드오프 처리와 결합하여 핸드오프 지연을 줄이기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다[10, 11, 12, 13]. IETF는 L3 계층 이상의 핸드오프 지연 매커니즘에 관심을 가졌으며 L2 계층과의 상관관계 및 연동을 고려하지 않았으나, 최근 L2 계층의 핸드오프 예상정보를 바탕으로 빠른 핸드오프를 수행하고자 하는 연구들이 제안되고 있으며 IETF WG 문서로 진행되고 있는 Fast Handovers for Mobile IPv6(FMIPv6)가 예이다[14]. 이와 같은 L2 정보를 이용한 이동 검출은 다중의 모바일 에이전트로부터 L2 정보를 수신하는 것에 의해 수행된다. 신호는 MN이 인접한 두 무선 셀의 겹쳐지는 영역으로 이동할 때 수신된다. 이는 L2 핸드오프와 L3 핸드오프를 동시에 처리하는 것에 의해 핸드오프 지연을 줄일 수 있다. L2 핸드오프 지연과 L3 핸드오프 지연에 대하여 (그림 6)에 제시되었다.

제안 논문은 HMIPv6 환경에서 MN의 지역내, 지역간 이동을 구분하여 RSVP를 적용하고, 신속한 사전자원예약과 MN의 이동 후 변경된 예약구간에서만 자원예약 경로를



(그림 6) Mobile IPv6의 핸드오프 지연

설정함으로써 기존 알고리즘에서 나타나는 과도한 자원예약 요구를 해결하고 신속한 자원예약이 가능하게 하였다.

3. 제안 알고리즘

제안 알고리즘은 HMIPv6 환경에서 RSVP를 통해 자원을 예약한다. 사전예약은 현재 MN이 존재하는 주변 모든 인접 셀이 아닌, MN의 이동이 예측되는 셀에 대해서만 사전예약을 수행한다. 또한 사전예약은 중단간 자원예약을 하지 않고, 현재 예약 경로와 MN의 이동이 예측되는 사전예약 경로와의 공통 경로의 중단 라우터를 찾아, 중단 라우터에서 신규예약 경로까지의 경로에 대해서만 자원을 예약한다. 지역간 이동에서 인접 MAP으로부터 path 메시지를 수신하였을 때, 현재 MAP은 빠른 자원예약을 위해 해당 AR로 path 메시지를 전달하며 한편으로 CN과의 예약경로 최적화를 위해 path_req 메시지를 CN으로 보내어 최적화를 수행한다.

제안 알고리즘은 MN이 핸드오프를 하는 경우 FMIPv6에서와 같이 L2 핸드오프가 완료되기 이전에 이동할 AR의 L2 정보를 얻을 수 있다고 가정한다. 또한 라우터는 계층구조에서 자신의 하위에 존재하는 AR의 MAC 주소와 IP 주소가 포함된 네이버 매핑 테이블을 가지고 있으며, MAP은 인접 MAP에 대한 정보를 추가로 가지고 있다고 가정한다.

3.1 추가 메시지

제안 알고리즘은 기본 RSVP 메시지 외에 MN의 이동과 관련된 다음과 같은 추가 RSVP 메시지를 갖는다.

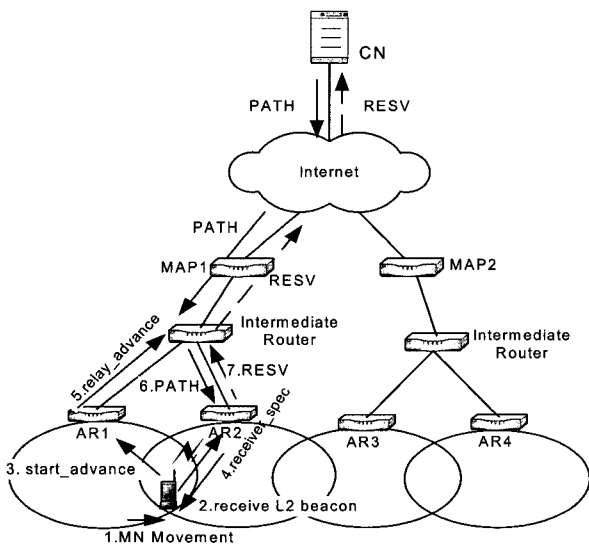
- start_advance : MN이 인접 셀과의 중복영역으로 이동하였을 때, 인접 셀로부터 L2 신호를 받고 현재 AR로 전송하는 사전예약 시작 메시지
- relay_advance : start_advance 메시지를 수신한 AR은 메시지에 포함된 인접 셀의 AR의 MAC 정보에 해당하는 IP 주소를 찾아 사전예약을 위해 해당정보를 상위단계 라우터로 전송
- path_req : 현재 MAP이 인접 MAP으로부터 RSVP 메시지를 수신했을 때, 예약 경로 최적화를 위해 데이터 송신자에게 path 메시지 전송을 요구하는 메시지
- receiver_spec : 인접 셀과의 중복영역에서 MN이 인접 셀의 AR로 현재 RSVP 설정과 관련된 FLOWSPEC과

세션 지시자(session descriptor) 전달을 위한 메시지

3.2 지역내 이동에서의 자원예약

MN은 현재 경로와 핸드오프 후 사전 자원예약이 요구되는 신규 경로와의 공통 라우터를 찾아 공통 라우터에서 신규 경로까지 사전 자원예약을 한다. 공통 라우터까지의 거리는 HMIPv6 환경에서 MAP보다 짧거나 같기 때문에 효율적인 사전자원예약을 할 수 있다.

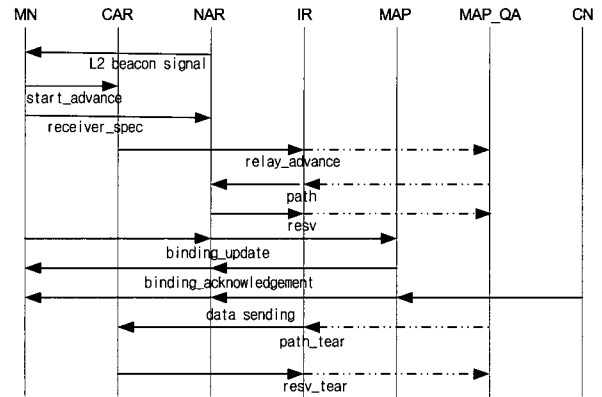
- ① MN이 셀 영역이 겹쳐지는 영역으로 이동했을 때, 인접 셀의 L2 신호를 수신한다.
- ② L2 신호를 수신한 MN은 현재 자신이 속한 AR에 start_advance 메시지를 보내어, 사전예약을 시작한다. 또한 인접 셀로 receiver_spec 메시지를 보낸다.



(그림 7) 지역내 이동에서의 자원예약

- ③ start_advance 메시지를 수신한 AR은 메시지에 포함된 인접 셀의 L2 정보에 해당하는 IP 주소를 네이버 매핑 테이블에서 찾아낸다.
- ④ 현재 AR은 SESSION 오브젝트, 네이버 매핑 테이블에서 찾아낸 인접 AR의 IP 주소 오브젝트로 구성된 relay_advance 메시지를 상위단계 라우터로 전송한다.
- ⑤ relay_advance 메시지를 수신한 라우터는 자신의 네이버 테이블에서 인접 AR의 IP 주소를 검색한다.
- ⑥ IP 주소가 존재한다면 해당 MN에 대한 세션정보를 참조하여 일치하는 path 상태를 찾은 후, 해당 AR로 path 메시지를 보낸다. 네이버 테이블에 해당 IP 주소가 존재하지 않는다면 해당 메시지를 상위단계 라우터로 포워딩하여 ⑤의 동작을 반복한다.
- ⑦ path 메시지를 수신한 AR은 FLOWSPEC 정보를 참조하여 resv 메시지를 보내어 사전예약을 설정한다.
- ⑧ MN이 인접 셀로 이동한 후, 사전예약은 능동예약으로 변경되며, path_tear, resv_tear 메시지를 통하여 기존의 예약은 해제된다.

지역 내에서 MN의 이동에 대한 자원예약 과정이 (그림 7)에 제시되었으며, 해당 메시지 플로우가 (그림 8)에 제시되었다.



(그림 8) 지역내 이동에서의 메시지 플로우

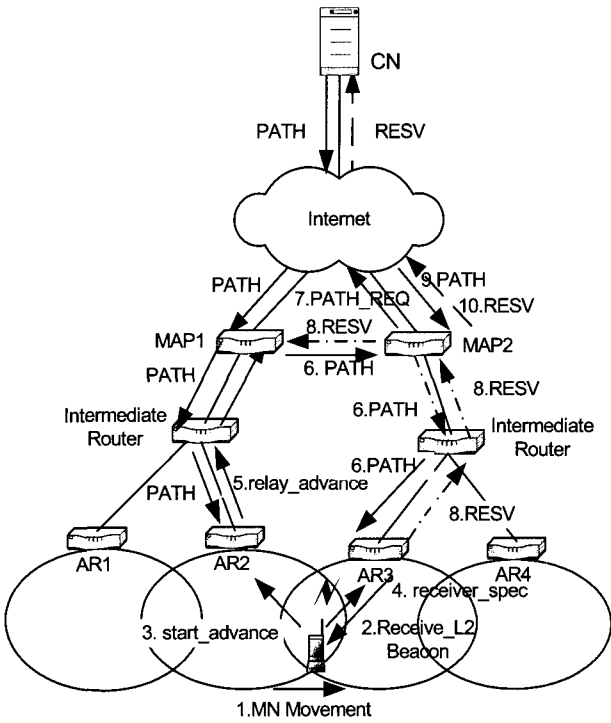
3.3 지역간 이동에서의 자원예약

(그림 9)에서 MN이 AR2에서 AR3로 이동할 때, AR2와 AR3의 중복영역에서 AR3의 L2 신호를 받았을 때, AR3와 사전예약 설정을 위해 자원예약 알고리즘이 진행되며, MAP1의 QA는 MN의 이동이 예상되는 MAP2의 QA로 사전예약을 요구하는 path 메시지를 보낸다. path 메시지를 수신한 MAP2의 QA는 path 메시지를 AR3로 전달한다. path 메시지를 전달받은 AR3는 FLOWSPEC 정보를 참고하여 resv 메시지를 보냄으로써 사전예약을 설정한다. MN이 AR3의 영역으로 이동하고 MN의 이동을 알리는 메시지를 전달하였을 때, 사전예약 경로는 능동예약 경로로 변경되며 해당경로를 통하여 트래픽이 전달된다. 반면 MAP1을 통한 AR2까지의 예약경로는 path_tear, resv_tear 전송을 통하여 해제된다.

한편 MAP2는 인접 MAP1을 통하여 path를 수신하였을 때, 지역간 예약 경로 설정으로 인식하고, 송신호스트인 CN으로 path_req를 보낸다. path_req 메시지를 수신한 CN은 path 메시지를 전송하며, 이를 수신한 MAP2의 QA는 해당 세션의 예약정보를 참고하여 resv 메시지를 발생하여 CN과의 사전예약을 수행한다. 한편 CN과의 path, resv 교환을 통해 자원예약을 수행한 MAP2는 MAP2-AR3의 path 상태, resv 상태를 참조하여 CN-MAP2간의 자원예약과 연결시켜 줌으로써 최적화된 자원예약 경로를 설정한다.

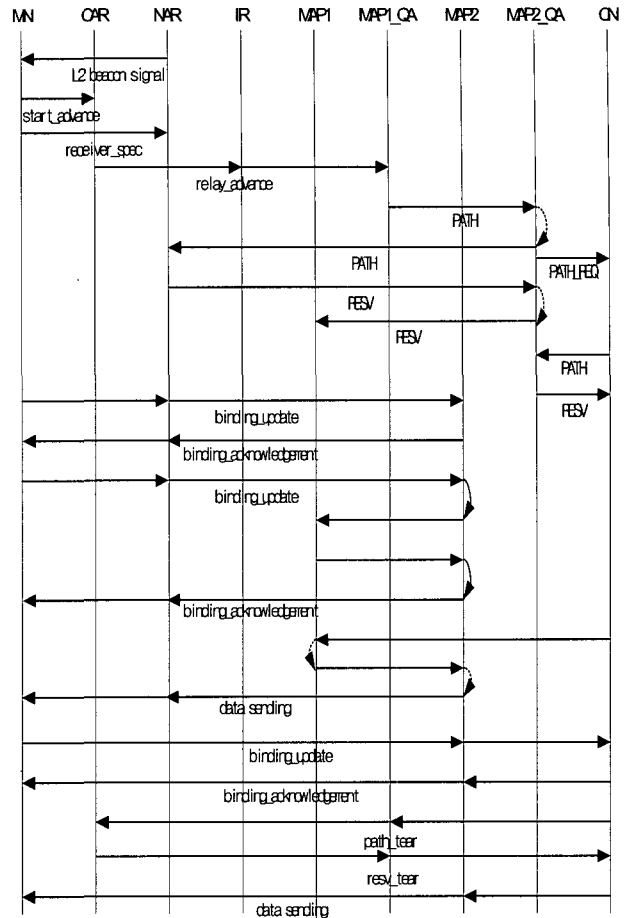
(그림 9)는 지역간 이동에서 자원예약 과정을 보여준다. MAP까지 메시지가 전달되는 과정은 지역내 이동의 경우와 동일하다.

- ① MN이 경계 라우터 영역인 AR2에서 AR3로 이동할 때, AR3와 중복되는 영역에 도착했을 때 AR3로부터 L2 신호를 받는다.
- ② L2 신호를 수신한 MN은 AR2로 start_advance 메시지를 보내어 MN에 대한 사전예약을 수행한다. 또한 인접 셀로 receiver_spec 메시지를 보낸다.



(그림 9) 지역간 이동에서의 자원예약

- ③ AR2는 네이버 매핑 테이블에서 start_advance 메시지의 MAC 정보와 일치하는 IP 주소 정보를 찾는다.
- ④ AR2는 SESSION 오브젝트와 네이버 매핑 테이블에서 찾아낸 인접 AR의 IP 주소 오브젝트가 포함된 relay_advance 메시지를 상위단계 라우터로 전송한다. 중간 라우터는 MN이 이동하고자 하는 인접 AR3의 주소가 자신의 네이버 테이블에 존재하는지 확인하여 존재하지 않는다면 상위단계 라우터로 전송한다.
- ⑤ 지역내 최상위 단계로 전송된 relay_advance 메시지는 MAP1_QA가 해당 AR3의 IP 주소가 자신의 영역이 아닌 인접 영역임을 확인한 후, 지역간 자원예약을 위해 AR3가 존재하는 인접 MAP2의 도메인에 존재하는 AR3로 path 메시지를 보낸다.
- ⑥ MAP2_QA는 AR3에 path를 전달한다. 또한 데이터 송신자인 CN과의 경로 최적화를 위해 path_req 메시지를 보낸다.
- ⑦ path를 수신한 AR3은 FLOWSPEC 정보를 참조하여 resv를 통하여 사전예약을 설정한다. 한편 path_req 를 수신한 CN은 MAP2_QA에 path를 보낸다.
- ⑧ MAP2_QA는 수신한 path 메시지를 현재 MAP1을 통하여 예약되어 있는 경로의 세션정보와 path 상태정보를 참고하여 CN으로 resv 메시지를 보내어 사전예약을 설정한다. MAP2_QA는 CN에서 수신한 path 메시지에 대하여 기존의 MAP2-AR3의 path 메시지와 연결하며, MAP2-AR3 구간의 resv 메시지와 CN으로 전송한 resv 메시지를 연결하여 CN-MAP2-AR3 경로에 대한 자원예약이 설정되게 함으로써 최적화된 경로 설정을 수행한다.



(그림 10) 지역간 이동에서의 메시지 플로우

- ⑨ resv를 수신한 CN은 MAP1을 통한 AR2와의 예약설정을 해제한다. path_tear, resv_tear 메시지 전송을 통하여 기존의 AR2와의 예약은 해제된다.
- MN의 지역간 이동에서 RSVP 관련 메시지 플로우가 그림10에 제시되었다.

4. 모의실험 및 결과

HMIPv6 환경에서 제안 RSVP 알고리즘의 성능 측정을 위해 모의실험이 설계되고 수행되었다.

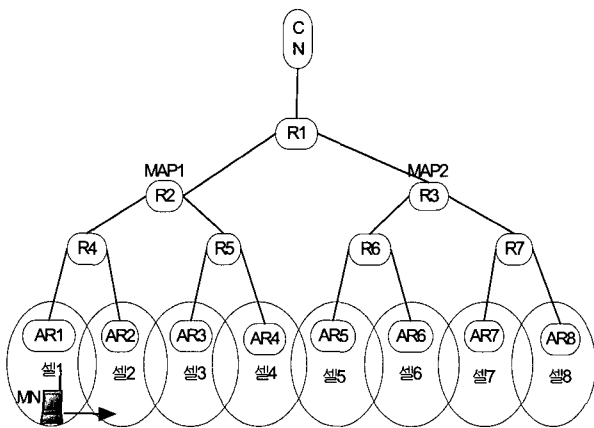
4.1 시뮬레이션 모델

실험은 Network Simulator2 2.1b6에서 수행되었다[15]. HMIPv6 환경에서 제안 알고리즘과 대상 알고리즘들의 RSVP 동작을 비교하였다. 제안 알고리즘은 성능비교를 위하여 HMRSVP, Huang의 알고리즘과 비교하였다. 또한 무선인터페이스에서 전달되는 패킷은 비트 에러/손실, 혼잡 등의 영향을 받지 않는 것으로 가정하였다. (그림 11)은 실험에 사용된 네트워크 토폴로지이다.

실험을 위한 네트워크 구성은 MAP 라우터가 존재하며 중간 라우터를 통해 연결된 무선 마이크로 셀룰러 LAN 시

시스템은 여덟 개의 셀로 구성되었고, 각 셀은 MN을 위한 액세스 포인트로 동작한다. MN은 수신자로서 동작하며 랜덤하게 이동한다.

시뮬레이션에서 8개의 최선형(best effort) 백그라운드 데이터 흐름이 CN으로부터 발생되며, 각각 임의의 BS에 할당된다. 데이터 흐름은 ON/OFF 플로우이며, 버스트 타임과 아이들 타임은 각각 1초, 0.5초이다. 패킷 사이즈는 평균 500바이트이며 플로우의 최대 전송율은 500Kbps이다.



(그림 11) 시뮬레이션 네트워크 구성도

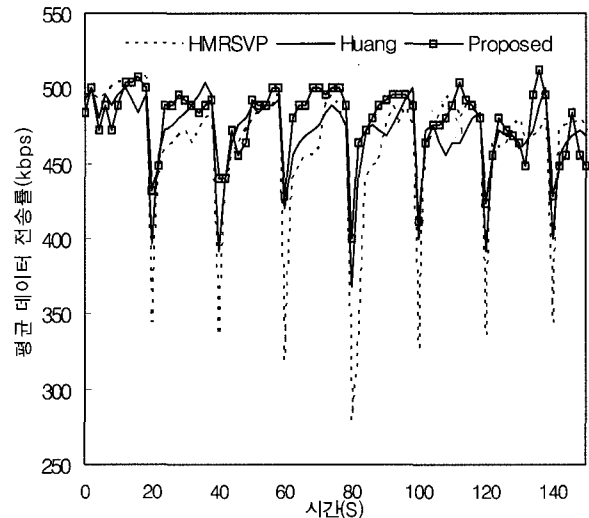
시뮬레이션이 시작될 때, 8개의 최선형 백그라운드 플로우가 CN으로부터 발생되며, 백그라운드 플로우는 각각 임의의 BS에 선택된다.

CN에서 MN으로 진행하는 실시간 트래픽 흐름은 500바이트의 패킷 크기를 가지는 최대 500Kbps의 전송속도를 가지는 UDP 패킷 흐름이다. MN의 초기 위치는 셀 1이며, RSVP 협상을 통해 CN에서 셀 1로 이미 500Kbps 대역폭이 예약된 것으로 가정한다. MN은 20초에서 셀 1에서 셀 2로 핸드오프를 수행하며, 셀 8에 도착할 때까지 20초 간격으로 인접 셀로 이동한다. MN은 80초에서 지역간 핸드오프가, 나머지에서는 지역내 핸드오프가 발생한다. 네트워크 트래픽 혼잡상황을 발생시키기 위해, CN에서 라우터 1까지 링크의 대역폭은 2Mbps, 링크지연은 30ms 그 외 링크의 대역폭은 1Mbps이며 링크지연은 5ms로 설정하였다.

4.2 평균 데이터 전송률

(그림 12)는 제안 알고리즘과 비교 알고리즘에 대한 평균 데이터 전송률이다. MN이 셀 1에 있을 때, 알고리즘에 상관없이 488Kbps의 안정된 데이터 전송률을 갖는다. MN이 인접 셀로 이동할 때 순간적으로 데이터 전송률이 저하되지만, 다시 원래의 전송률로 회복된다. 전송률의 순간적인 저하는 자원예약경로 설정 및 전환 지연과 MN의 L3 핸드오프 지연으로 인하여 발생하는 것이다. 지역내 핸드오프가 발생할 때, HMRSVP가 전송률 저하가 가장 크며, 제안 알고리즘과 Huang의 알고리즘의 전송률 저하는 HMRSVP와 비교하여 작다. 이는 제안 알고리즘과 Huang의 알고리즘은 인접 셀

에 대한 사전예약을 수행하기 때문에 자원예약경로 설정과 전환으로 인한 지연이 작기 때문에 데이터 전송률의 저하가 작다. 하지만 HMRSVP의 경우 사전예약이 없고, 인접 셀로 이동 후, 바인딩 갱신 메시지가 게이트웨이에 전달된 후, path, resv 교환을 통한 자원예약을 하기 때문에 바인딩 갱신이 MAP으로 전달되고 자원예약이 완료될 때까지 원하는 자원예약 품질을 제공해 줄 수가 없게 된다.



(그림 12) 평균 데이터 전송률

지역간 핸드오프 발생시 HMRSVP 알고리즘의 전송률 저하가 가장 크며, 제안 알고리즘이 가장 작다. 지역간 이동에서 HMRSVP 알고리즘은 사전 예약을 진행하나 HA에 대한 바인딩 갱신을 수행한 후 중단간 예약경로를 설정하기 때문에 핸드오프 지연에 의한 전송률 저하가 발생한다. 하지만 제안 알고리즘은 이전 MAP을 통한 해당 AR로 사전예약 경로설정을 수행하기 때문에 해당 알고리즘 가운데 가장 신속한 자원예약이 가능하며 데이터 전송률 저하도 가장 작다.

결과에서 HMRSVP는 280~508Kbps, Huang의 알고리즘은 367~503Kbps, 제안 알고리즘은 401~511Kbps의 평균 데이터 전송률을 갖는다. 제안 알고리즘의 전송률 변화가 가장 적으며, 안정적으로 데이터 전송이 진행됨을 알 수 있다.

4.3 사전예약 설정지연

RSVP 사전예약 설정지연은 다음 식에 의하여 구할 수 있다.

$$d_{RSVP} = t_w + d_{path} + d_{resv}$$

t_w 는 MN의 이동정보를 path 메시지 발생 객체로 전달하는데 걸리는 시간이고, d_{path} 와 d_{resv} 는 핸드오프 후 새

로운 경로를 따라 path와 resv 메시지의 처리와 전송에 대한 지연이다. 각 알고리즘별 사전예약 설정지연 시간의 도식적 분석은 <표 1>과 같다.

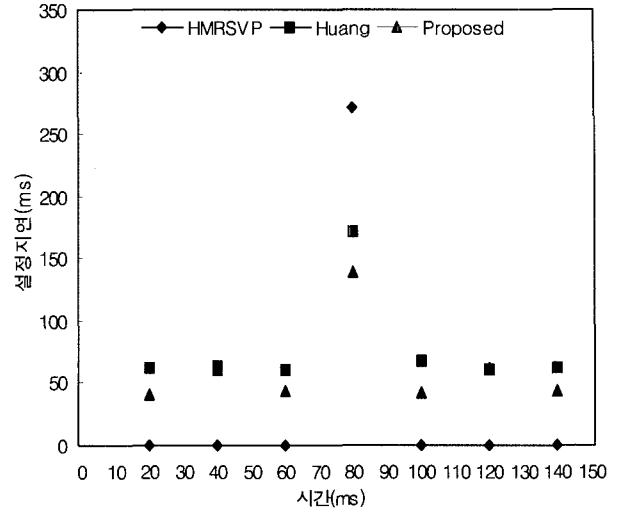
$T_{src2dst}$ 은 src에서 dst로 해당 메시지를 전달하는데 걸리는 시간이며, NCR(Nearest Common Router)은 기존 예약 경로와 신규 사전 예약 경로와의 공통 경로상의 최근접 라우터이다.

HMRSVP 알고리즘은 지역내 이동에서 사전예약을 하지 않으며, 지역간 이동에서 종단간 사전예약을 수행하는데, CN이 MN으로부터 Receiver_MSpec 메시지를 얻을 때 path 메시지를 전송한다. Huang의 알고리즘은 지역내 이동에 있어서 MN의 이동정보가 MAP의 QA에 전달된 후 path 메시지를 송신한다. 지역간 이동의 경우 현재 MAP은 인접 MAP의 QA에 path 메시지를 전달하며, 인접 MAP의 QA는 해당 AR로 path 메시지를 전달한다. 제안 알고리즘은 MN의 지역내 이동에 있어 MAP보다 가까운 거리에 있는 NCR을 통한 사전예약을 수행하는데, relay_advance 메시지가 NCR에 전달되었을 때, path 메시지를 전달한다. 지역간 이동의 경우 인접 MAP을 통해 해당 AR과 신속한 사전예약을 우선적으로 설정하고, 경로 최적화 과정을 수행함으로써 예약설정시간을 줄일 수 있다. 즉 제안 알고리즘에서 t_w 는 다른 알고리즘보다 작다. 또한 path와 resv 메시지도 다른 알고리즘보다 짧은 거리를 운행하므로 제안 알고리즘의 d_{resv} 는 대상 알고리즘보다 작다.

<표 1> 사전예약 설정 지연 시간

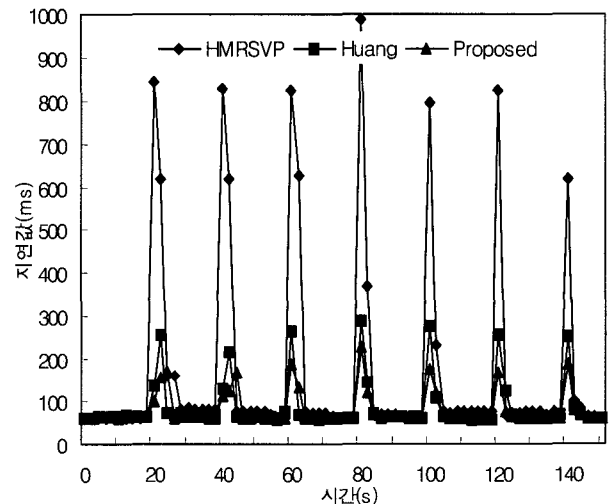
예약 구분	알고리즘	사전예약 설정 지연시간
지역내	HMRSVP	사전예약 없음
	Huang's Proposal	$(T_{MN2AR}+T_{AR2MAP})+(T_{MAP2AR}+T_{AR2MAP})$
	Proposed	$(T_{MN2AR}+T_{AR2NCR})+(T_{NCR2AR}+T_{AR2NCR})$
지역간	HMRSVP	$(T_{MN2AR}+T_{AR2HA}+T_{HA2AR}+T_{AR2MN}+T_{MN2CN})+(T_{CN2MN}+T_{MN2CN})$
	Huang's Proposal	$(T_{MN2AR}+T_{AR2MAP}+T_{MAP2MAP}+T_{MAP2CN})+(T_{CN2AR}+T_{AR2CN})$
	Proposed	$(T_{MN2AR}+T_{AR2MAP})+(T_{MAP2MAP}+T_{MAP2AR}+T_{AR2MAP}+T_{MAP2MAP})$

(그림 13)에서 제안 알고리즘의 RSVP 사전예약 설정시간은 거의 대칭구조이다. 셀 4에서 5로 이동하는 80초에서 사전예약설정값이 가장 크며, 셀 2에서 3으로 이동하는 40초와 셀 6에서 7로 이동하는 120초의 핸드오프에서 두 번째 큰 설정값이 발생하며 나머지 4번의 핸드오프에서 사전예약 설정값이 가장 작다.



(그림 13) 사전예약 설정시간

4.4 패킷전달지연



(그림 14) 패킷전달지연

실시간 트래픽 데이터가 송신자에서 수신자로 전달되기까지의 패킷전달 지연값을 측정하였다. 알고리즘에서 7번의 순간적인 데이터 지연 펄스가 나타나는데, 이것은 핸드오프시 발생하는 것으로서 MN이 핸드오프를 수행한 후, 새로운 경로에서 Mobile IP 신호 전달지연과 사전예약 경로 활성화 지연으로 인하여 발생되며, 빠르게 원래 값으로 복원되어 전달된다.

(그림 14)의 패킷전달지연 그래프에서, 지역내 이동에 대한 제안 알고리즘의 지연값은 102ms이며, Huang의 알고리즘은 135ms이며, HMRSVP의 지연값은 844ms이다. 또한 지역간 이동에서 제안 알고리즘의 지연값은 230ms, Huang의 알고리즘은 288ms, HMRSVP의 지연값은 989ms로서, 제안 알고리즘은 HMRSVP 알고리즘과 비교하여 지역내 12.9%, 지역간 23.3%의 패킷 전달 지연값을 갖는다.

실시간 데이터의 엄격한 시간 요구로 인하여, 지연 임계치를 초과하는 패킷은 재생 품질을 떨어뜨리거나 차단됨으로써, 실시간 어플리케이션의 성능에 영향을 미친다. 제안 알고리즘은 이러한 지연패킷이 대상 알고리즘들에 비하여 훨씬 적음을 알 수 있다.

5. 결 론

무선기술의 질적인 발전으로 실시간 무선 멀티미디어 서비스가 확대되고 있으며, 이러한 서비스의 지원을 위해 RSVP를 통한 QoS 보장이 필요하다. 본 논문은 HMIPv6 환경에서 MN이 무선셀을 통해서 이동할 때 L2 비콘 신호를 이용하여 지역내와 지역간으로 구분하여 가장 짧은 공통경로 구간에 대한 예약설정을 수행하는 빠른 RSVP 알고리즘을 제안하였다. 시뮬레이션을 통하여 제안 알고리즘은 데이터 전송에 있어 변동률이 HMRSVP와 비교하여 48%, Huang의 알고리즘과 비교하여 80.9%의 변동률을 가짐으로써 다른 알고리즘보다 안정적인 데이터 전송이 가능하다. 사전예약설정시간의 경우 다른 알고리즘보다 설정시간이 짧으며 지역내 이동에서 제안 알고리즘은 Huang과 비교하여 67.3%의 지연값을 가지며, 지역간 이동에서 제안 알고리즘은 HMRSVP와 비교하여 51.4, Huang과 비교하여 81.3%의 지연값을 갖는다. 또한 패킷전달 지연시간에 있어서도 지역내 핸드오프에서 제안 알고리즘은 HMRSVP의 12.1%, Huang의 알고리즘의 75.6%의 지연값을 가지며, 지역간 핸드오프에서 제안 알고리즘은 Huang의 알고리즘과 비교하여 79.9%, HMRSVP 알고리즘과 비교하여 23.3%의 패킷전달 지연값을 갖는다. 제안 알고리즘은 기존의 알고리즘과 비교하여 우수한 성능을 보이는 것을 확인할 수 있다.

추후 제안 알고리즘의 확장을 위하여 MN을 송신자로 하는 RSVP 자원예약 설정에 대한 연구가 필요하며, 다양한 크기와 전송율을 가지는 데이터에 대한 시뮬레이션이 필요하다.

참 고 문 헌

[1] C. Perkins, "Mobile IP : Design principles and practice", Addison Wesley/Longman, Reading, MA, 1998.
 [2] D.B. Johnson and C. Perkins, " Mobility support in IPv6", RFC3775, Jun., 2004.
 [3] H. Soliman and K.E. Malki "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management(HMIPv6)", draft-ietf-mipshop-hmipv6-04.txt, Internet Draft, Dec., 2004.
 [4] S.Berson and S.Herzog, "Resource Reservation Protocol (RSVP)--Version 1 Functional Specification", RFC2205, Sep., 1997.
 [5] J.Wroclawski, "The Use of RSVP with IETF Integrated

Services", RFC2210, Sep., 1997.
 [6] Anup.K. Talukdar, B.R.Badrinath and A. Acharya, "MRSVP : A Resource Reservation Protocol for an Integrated Services Network with Mobile Hosts", Technical Report : DCS-TR-337, Rutgers University, USA, 1997.
 [7] C.C Tseng, G.C. Lee and R.S. Liu, "HMRSVP : A hierarchical mobile RSVP protocol", Proceedings of IEEE INFOCOM pp.467-472, 2001.
 [8] W.T. Chen and L.C.Huang, "RSVP mobility support : A signalling protocol for integrated services Internet with mobile hosts", Proceedings of IEEE INFOCOM2000, pp1283-1292, 2000.
 [9] N.F. Huang and W.E. Chen, "RSVP Extensions for Real-time Services in Hierarchical Mobile IPv6", Mobile Networks and Applications 8, 625-634, 2003.
 [10] K.Lee, M.Kim, S.Kang and J.Lee, "Selective Establishment of Pseudo Reservations for QoS Guarantees in Mobile Internet", IEEE Mobile Data Management Conference, pp243-253, Jan., 2004.
 [11] R.Koodli, "Fast Handovers for Mobile IPv6", draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-03.txt, Internet Draft, Oct., 2004.
 [12] P.McCann, "Mobile IPv6 Fast Handovers for 802.11 Networks", draft-ietf-mipshop-80211fh-04.txt, Internet Draft, Feb., 2005.
 [13] 홍용근, 이경진 신명기, 김형준, "Mobile IPv6에서 Fast Handover를 위한 IETF 기술동향", 전자통신동향분석, 제 18권 제5호, pp19-26. Oct., 2003.
 [14] 정희영, 민재홍, "IP 망에서의 심리스 이동성 관리 표준 기술", ETRI주간기술동향, 통권1096호, pp17-25, May, 2003.
 [15] "The Network Simulator-ns2", <http://www.isi.edu/nsnam/ns>



김 보 균

e-mail : kbg@hc.ac.kr

1994년 경희대학교 전자공학과(학사)

1996년 경희대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1998년~현재 경희대학교 대학원 전자공학과 박사과정

1996년~2002년 현대전자산업(주) 통신연구소 주임연구원

2002년~현재 제주한라대학 정보통신과 전임강사

관심분야 : Mobile IP, 이동통신시스템



홍충선

e-mail : cshong@khu.ac.kr
1983년 경희대학교 전자공학과(학사)
1985년 경희대학교 전자공학과(공학석사)
1997년 Keio University 정보통신전공(공학박사)
1988년~1999년 한국통신 통신망연구소 선임연구원/네트워킹연구실장

1999년~현재 경희대학교 전자정보학부 조교수
관심분야: 인터넷 서비스 및 망 관리, 네트워크보안, 모바일 네트워킹



이대영

e-mail : dylee@khu.ac.kr
1964년 서울대학교 물리학과(학사)
1971년 캘리포니아 주립대학원 컴퓨터학과(공학석사)
1979년 연세대학교 전자공학과(공학박사)
1971년~현재 경희대학교 전자정보학부 교수

1990년~1993년 경희대학교 산업정보대학원 대학원장
1999년~2000년 한국통신학회장
관심분야: 영상처리, 컴퓨터 네트워크, 컴퓨터 시스템등