

# HMIPv6 네트워크에서 자원예약 시그널링 지연을 줄이기 위한 크로스오버 노드 발견 및 지역적 자원 갱신 방안

변 해 선<sup>†</sup> · 이 미 정<sup>††</sup>

## 요 약

이동 네트워크 환경에서 MN(Mobile Node)의 핸드오버 후 새로운 경로 상에 자원을 예약할 때 시그널링 지연을 최소화하기 위해서는 이전 경로와 새로운 경로가 만나는 지점에 있는 노드인 크로스오버 노드(Crossover Node:CRN)를 발견하는 것이 중요하다. 일반적으로 크로스오버 노드의 발견은 MN과 CN(Correspondent Node)간 설립된 종단간 SID(Session ID)를 주요키로 사용하여 이루어지지만, HMIPv6(Hierarchical Mobile IPv6) 네트워크에서 MAP(Mobility Anchor Point)과 HA(Home Agent)간 군집(Aggregate) 세션 단위로 자원예약을 하는 경우에는 이와 같은 일반적인 방법의 적용이 어렵다. 군집 예약을 할 때에는 종단간 SID와는 별도로 군집 SID를 사용하는데, MN의 핸드오버 후 이전 MAP과 HA간 설립된 세션의 군집 SID가 새로운 MAP과 HA간 설립된 세션의 군집 SID와 달라서 SID를 이용하여 크로스오버 노드를 발견할 수 없기 때문이다. 이에, 본 논문에서는 HMIPv6 네트워크에서 차세대 네트워크 시그널링 프로토콜인 NSIS(Next Step in Signaling)를 이용하여 자원을 예약하는 경우 군집 예약이 이루어진 MAP과 HA간 터널상에서 크로스오버 노드를 발견하고, 크로스오버 노드를 발견한 즉시, 군집 예약된 자원의 갱신이 지역적으로 이루어지도록 하는 방안을 제안한다. 시뮬레이션을 통해, 시그널링 메시지가 항상 터널의 끝 노드까지 전달되는 기존 방식에 비해 제안하는 방안이 자원 예약을 위한 시그널링 지연을 단축시키고, 핸드오버 동안의 평균 처리율을 향상시킬 수 있었다.

**키워드 :** 크로스오버 노드, 군집 자원예약, 시그널링 프로토콜, NSIS, HMIPv6 무선 네트워크, 핸드오버

## A Crossover Node Discovery and Local Repair Mechanism for Reducing the Signaling Delay of Resource Reservation on HMIPv6 Networks

Byun, Haesun<sup>†</sup> · Lee, Meejeong<sup>††</sup>

### ABSTRACT

In order to minimize the signaling delay for a resource reservation on the new routing path after the handover of Mobile Node(MN) is completed, it is important to discover the crossover node where the old and new routing paths meet. With the 크로스오버 노드 being found, the signaling messages only need to be transferred on the changed part of the end-to-end path. The crossover node is generally discovered using the end-to-end Session ID(SID) of the established session between MN and Correspondent Node(CN). However, in the Hierarchical Mobile IPv6(HMIPv6) network, if the Mobile Anchor Point (MAP) reserves the resource by aggregate with the Home Agent(HA), the crossover node discovery cannot be performed in the general way since the aggregate SID that has established between the previous MAP and HA is different from the that of the current MAP and HA after MN's handover. In this paper, we propose a mechanism to discover the crossover node within the tunnel between the MAP and the HA in an HMIPv6 network, assuming that the Next Steps in Signaling(NSIS) is deployed for the resource reservation and the aggregate reservation is applied over the MAP and HA tunnel. The local repair required for the change of path is performed upon the crossover node discovery. The simulation results show that the proposed scheme reduces the signaling delay for the reservation and outperforms the existing scheme with respect to throughput during the handover.

**Key Words :** Crossover Node, Aggregate Resource Reservation, Signaling Protocol, NSIS, HMIPv6 Wireless Network, Handover

### 1. 서 론

IETF(Internet Engineering Task Force)의 NSIS(Next Step in Signaling) 워킹 그룹에서는 차세대 네트워크를 위한

범용의 시그널링 프로토콜인 NSIS 프로토콜에 대한 표준화 작업을 진행하고 있는 가운데[1], 우선적으로 NSIS 프로토콜을 QoS(Quality of Service) 지원을 위한 시그널링 프로토콜로 사용하는 방안인 QoS NSLP(NSIS Signaling Layer Protocol)에 대해 활발히 연구하고 있다[2]. RSVP(Resource Reservation Protocol)[3], RSVP-TE[4]와 같은 기존의 QoS 시그널링 프로토콜들은 상이한 네트워크 도메인으로 구성된 전달 네트워크상에서 사용되기 어렵고, 확장성, 보안, 이동성

\* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2007-(C1090-0701-0036)).

† 준 회 원 : 이화여자대학교 컴퓨터정보통신공학과 박사과정

†† 정 회 원 : 이화여자대학교 공과대학 컴퓨터정보통신공학과 교수  
논문접수 : 2007년 9월 8일, 심사완료 : 2007년 12월 13일

등과 관련된 주요 요구사항들을 충족시키지 못하는 문제점이 있다. 이에, 서로 다른 네트워크 환경 및 다양한 요구사항을 만족시킬 수 있는 차세대 시그널링 프로토콜에 대한 표준화 작업이 필요하게 되었다. NSIS 프로토콜은 상이한 QoS 모델을 지원하는 네트워크 도메인들로 구성된 전달 네트워크상에서 종단간 QoS 시그널링을 지원하는 차세대 시그널링 프로토콜이며, 단방향/양방향, 송신자 시작(Sender initiated), 수신자 시작(Receiver initiated), 군집(Aggregation) 등의 자원 예약을 지원한다[1].

한편, HMIPv6(Hierarchical Mobile IPv6) 프로토콜은 MN(Mobile Node)의 바인딩 업데이트 시그널링 지연을 줄이기 위해 제안된 지역적 이동성 관리 프로토콜이다[5]. HMIPv6 네트워크에서는 지역 도메인과 외부 네트워크의 경계지점에 HMIPv6 도메인 내에서의 이동성을 총괄하는 MAP(Mobility Anchor Point)을 두었다. MAP은 HMIPv6 도메인 내 들어온 MN들에 대해 임시 HA(Home Agent) 역할을, MN의 HA에 대해 CoA(Care-of Address) 에이전트 역할을 수행한다. 또한, MAP은 동일한 홈 네트워크에 속하는 하나 이상의 MN들이 자원 예약을 요청하는 경우, 이러한 MN들의 자원 예약 요청을 군집하여 MAP과 HA간 터널상에 자원을 예약할 수 있다. 이러한 군집 예약의 장점은 MAP과 HA간 데이터 전달 경로 상에 전달되는 시그널링 수 및 각 라우터에서 유지해야 하는 플로우별 상태 정보를 줄일 수 있다는 점이다.

HMIPv6 네트워크와 같이 핸드오버가 발생하는 무선 네트워크 환경에서 주요 이슈 중 하나는 MN의 핸드오버 후 트래픽이 전송될 새로운 경로 상에 자원 예약을 위한 시그널링 지연을 최소화하는 것이다. 이를 위해, 전체 데이터 전달 경로 중 MN의 핸드오버 이후 변경된 부분에서만 자원 예약 시그널링이 이루어지도록 이전 경로와 새로운 경로가 만나는 지점에 있는 노드인 크로스오버 노드(Crossover Node)를 발견하는 것이 중요하다. 일반적으로, NSIS 프로토콜을 이용한 자원예약 시 크로스오버 노드의 발견은 MN과 CN(Correspondent Node) 간 설립된 종단간 SID(Session ID)를 이용하여 이루어진다[6, 7]. 종단간 SID는 MN이 이동하더라도 변경되지 않는 식별자와 같다. 그러나 HMIPv6 네트워크에서 MAP과 HA간 군집(Aggregate)으로 자원 예약이 이루어진 경우에는 종단간 SID를 이용하여 크로스오버 노드를 발견할 수 없다. 왜냐하면, HMIPv6 네트워크에서는 MAP과 HA간 군집 세션을 위해 종단간 SID와는 별도로 군집 SID를 사용하는데, MN의 핸드오버 후, 이전 MAP과 HA간 설립된 세션의 군집 SID가 새로운 MAP과 HA간 설립된 세션의 군집 SID와 다르기 때문이다.

이에, 본 논문에서는 HMIPv6 네트워크에서 자원예약 프로토콜로 NSIS를 사용하여 군집 자원예약을 수행하는 경우에 대해 크로스오버 노드를 발견하고 지역적 자원 갱신을 수행하는 방안을 제안한다. 제안하는 방안에서는 자원 예약을 위한 NSIS 시그널링 메시지에 크로스오버 노드 발견에 필요한 정보 및 크로스오버 노드 발견 이후 지역적으로 자원 예약을 갱신할 수 있는 정보를 포함하여 전달한다. 시그널링 메시지를 받은 데이터 전달 경로 상에 있는 NSIS 노

드들은 이를 이용하여 스스로 크로스오버 노드임을 인식할 수 있고, 크로스오버 노드가 되는 노드는 예약된 자원의 갱신 및 해지가 지역적으로 빠르게 이루어질 수 있도록 지역적 자원 갱신 프로세스를 시작한다.

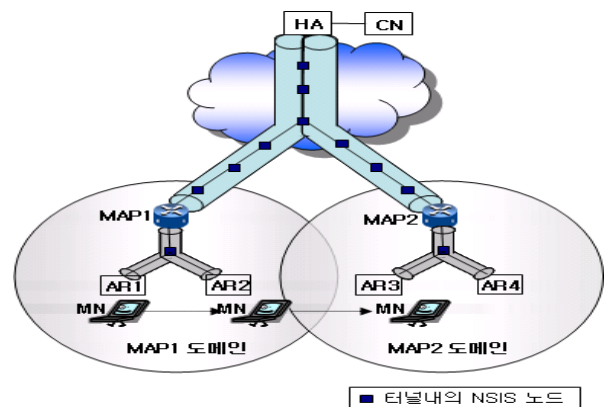
본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어, 2장에서는 HMIPv6 네트워크에서 MAP과 HA 터널상에 군집 예약이 이루어진 경우 이와 같은 일반적인 방안으로 크로스오버 노드를 발견할 수 없는 이유에 대해 설명한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 방안에 대해 자세히 설명하고, 4장에서 제안하는 방안의 성능을 평가하기 위한 시뮬레이션 결과를 제시하며, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 크로스오버 노드 발견에 대한 문제정의

이 장에서는 NSIS를 이용하여 자원을 예약 할 때 HMIPv6 네트워크에서 MAP과 HA간 터널상에서 군집 예약이 이루어진 경우 이 터널상에서는 크로스오버 노드를 발견하지 못하는 이유에 대해 기술한다.

MN과 CN이 항상 HA를 통해 통신한다고 가정할 때, HMIPv6 네트워크에서는 MAP이 MN의 HA 역할을 수행하기 때문에 MN과 MAP간, MAP과 HA간 두 개의 (역)터널을 통해 데이터 및 자원 예약을 위한 시그널링 메시지가 전달된다. 그러나 터널내의 NSIS 노드에서는 종단간 시그널링 메시지를 일반적인 라우팅에 의해 전달만 할 뿐, 자원예약을 위한 절차를 수행하지 않기 때문에 종단간 시그널링 메시지는 터널 내에 자원을 예약할 수 없다. 따라서 터널 내 자원을 예약하기 위해, NSIS 시그널링에서는 종단간 시그널링 메시지와 별도로 터널 시그널링 메시지를 사용한다. 이때 두 가지의 시그널링 메시지는 모두 동일하게 종단간 SID를 사용하며, 이 종단간 SID는 MN이 이동하더라도 변경되지 않기 때문에 크로스오버 노드를 발견하기 위한 주요키로 사용된다.

(그림 1)은 HMIPv6 네트워크에서 MN이 핸드오버 하는 상황에서 크로스오버 노드 발견을 위한 예를 설명하기 위한 그림이다. 크로스오버 노드는 종단간 시그널링에서 자원을 예약하기 위해 사용되는 RESERVE 메시지와 터널 시그널



(그림 1) HMIPv6 네트워크에서 MN의 핸드오버 상황에 따른 크로스오버 노드 발견

링에서 자원을 예약하기 위해 사용되는 RESERVE-t 메시지가 전달되는 도중 각각 발견될 수 있다.

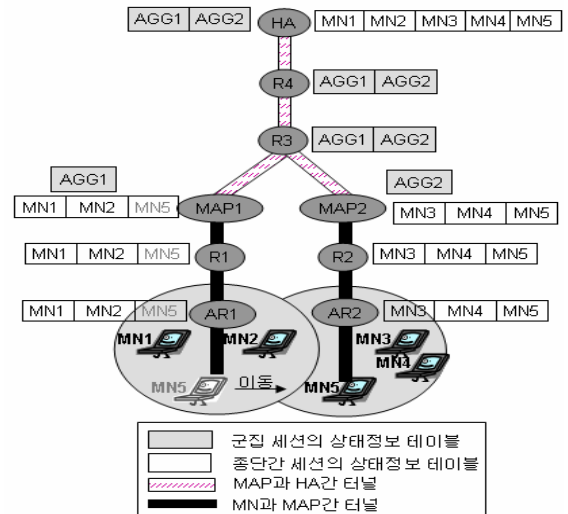
중단간 시그널링인 RESERVE 메시지 전달 중 수행되는 크로스오버 노드 발견에서는 터널내의 NSIS 노드에서 크로스오버 노드 발견 메커니즘을 수행하지 않기 때문에 항상 터널의 중단 노드가 크로스오버 노드로 발견된다. 즉, 그림 1에서 MN이 MAP1 도메인 내에서 인트라 핸드오버 한 경우(AR1에서 AR2로 이동)에는 MAP1이 크로스오버 노드로 발견되고, MN이 MAP1 도메인에서 MAP2 도메인으로 인터 MAP 핸드오버를 한 경우(AR2에서 AR3로 이동)에는 HA가 크로스오버 노드로 발견된다.

터널 시그널링인 RESERVE-t 메시지 전달 중 수행되는 크로스오버 노드 발견에서는 터널 중단 노드를 포함해 터널상의 어떤 노드라도 크로스오버 노드로 발견될 수 있다. 즉, MN이 인트라 핸드오버 한 경우에는 MN과 MAP간 터널 내에서 크로스오버 노드가 발견되거나, MAP이 크로스오버 노드로 발견된다. MN이 인터 MAP 핸드오버 한 경우에는 새로운 MAP과 HA간 터널 내에서 크로스오버 노드가 발견되거나 HA가 크로스오버 노드로 발견된다.

한편, 하나의 MAP 도메인 내에 동일한 홈 네트워크에 속하는 하나 이상의 MN들과 동일한 홈 네트워크에 상주하고 있는 CN들이 통신하는 경우 MAP 또는 HA는 이들의 개별적 자원 예약 요청을 군집하여 자원 예약을 수행할 수 있다. 일반적으로 군집 자원 예약은 Aggregator와 De-aggregator 간 터널 내에 자원을 예약하기 위한 시그널링 및 플로우별 상태정보를 줄이기 위해 사용된다[1]. 군집 자원 예약에서는 MAP과 HA간의 터널상에서의 자원 예약을 위해 군집 세션을 나타내는 군집 SID를 사용한다. MN과 CN간 개별 세션을 위해 사용되는 중단간 SID는 MN이 핸드오버 한 후에도 변경되지 않기 때문에, 중단간 SID를 주요키로 중단간 경로 및 터널 내에서 모두 크로스오버 노드를 발견할 수 있는데 반해, 군집 SID는 MN이 인터 MAP 핸드오버를 할 때마다 변경되기 때문에 군집 SID를 사용하여 자원 예약을 시그널링 하는 MAP과 HA 간 터널 내에서는 SID를 기반으로 크로스오버 노드를 발견할 수 없게 된다. 군집 예약이 이루어진 MAP과 HA간 터널 내에 있는 NSIS 노드들이 자신이 핸드오버 한 MN의 크로스오버 노드인지를 판단하기 위해서는 그 MN의 이전 MAP에서의 군집 SID가 필요하다.

### 3. HMIPv6 네트워크에서 QoS NSLP 시그널링을 이용한 크로스오버 노드 발견과 지역적 갱신

이 장에서는 HMIPv6 네트워크에서 QoS NSLP 시그널링을 이용한 크로스오버 노드 발견과 지역적 갱신 방안에 대해 자세히 설명한다. 본 논문에서는 MAP과 HA간 터널 내에서 군집 자원 예약을 위해 사용하는 메시지를 MN의 개별적 자원예약을 위해 사용하는 터널 시그널링 메시지(예, RESERVE-t 메시지)와 구분하기 위해 군집 시그널링-a 메시지(예, RESERVE-a 메시지)로 명명하여 사용한다.



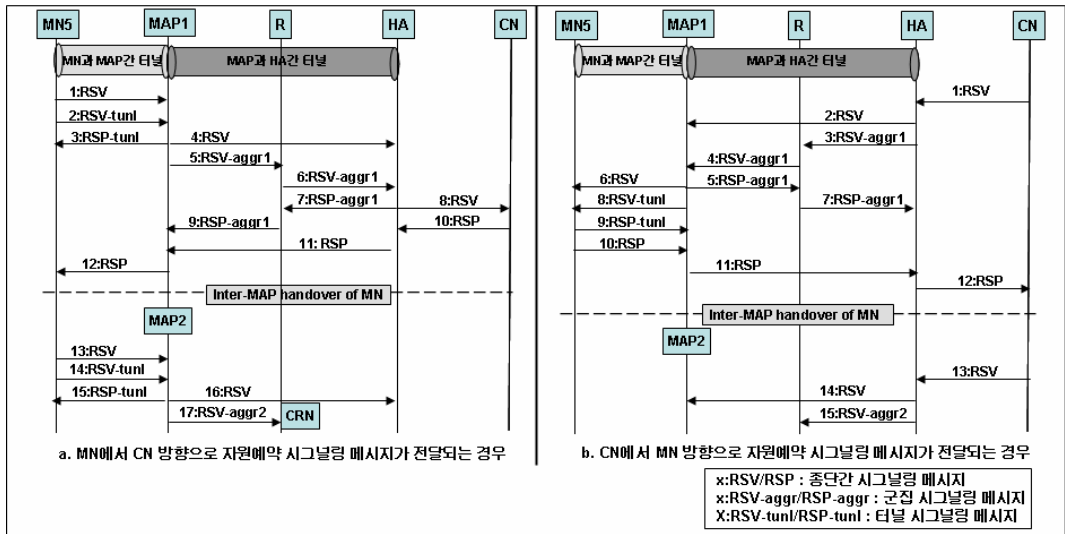
(그림 2) MN의 핸드오버에 따른 자원예약 상태 정보의 생성과 해제

#### 3.1 자원예약 및 크로스오버 노드 발견을 위한 시그널링

(그림 2)는 MN의 핸드오버에 따른 자원예약 상태 정보의 생성과 해제의 예를 보인 그림이다. (그림 2)에서 보는 바와 같이, MAP1 도메인에는 MN1, MN2가 들어와 있고, MAP2 도메인에는 MN3, MN4가 들어와 있는 경우를 가정하고 있다. AR1, R1, MAP1 노드들은 MN1, MN2의 중단간 세션에 대한 상태정보 테이블을, AR2, R2, MAP2 노드들은 MN3, MN4의 중단간 세션에 대한 상태정보 테이블을 각각 유지하고 있다. 또한 MAP1과 HA간 경로 상에 있는 NSIS 노드들은 군집세션 AGG1을 위한 상태정보 테이블을, MAP2와 HA간 경로 상에 있는 NSIS 노드들은 군집세션 AGG2를 위한 상태정보 테이블을 각각 유지하고 있다. 따라서 R3, R4, HA는 군집 세션 AGG1과 AGG2에 대한 상태정보 테이블을 각각 유지한다. 이러한 가정 하에, MN5가 MAP1 도메인에 들어온 이후 MAP2 도메인으로 이동하는 경우를 예로 들어 설명한다. (그림 3)은 MN5와 CN간 자원예약을 위한 시그널링 메시지 흐름을 보이고 있다.

##### 3.1.1 MN과 MAP간 터널 자원예약 및 중단간 자원예약 시그널링 메시지 전달

MAP1 도메인에 들어온 MN5는 중단간 세션의 자원예약을 위해 RESERVE 메시지(그림 3.a의 1)와 중단간 세션의 터널 구간에서 자원예약을 위해 RESERVE-t 메시지(그림 3.a의 2)를 각각 보낸다. CN을 목적지로 하는 RESERVE 메시지는 먼저 터널의 첫 번째 중단 포인트인 MAP1에게 전달되고, MAP1을 목적지로 하는 RESERVE-t 메시지는 터널내의 NSIS 노드들(AR1, R1)에 의해서 처리되면서 MAP1에게 전달되는데, 이때 NSIS 노드들은 MN5에 대한 중단간 세션에 대한 상태정보를 상태정보 테이블에 추가한다(그림 2 참조). RESERVE와 RESERVE-t 메시지를 받은 MAP1은 자신을 목적지로 하는 RESERVE-t 메시지에 대해서는 이에 대한 응답으로 RESPONSE-t 메시지를 MN5에게 보낸다(그림 3.a의 3).



(그림 3) NSIS 노드에서의 자원예약 상태정보와 시그널링 메시지 흐름

3.1.2 MAP과 HA간 터널 자원예약 및 중단간 자원예약 시그널링 메시지 전달

MAP1은 CN을 목적지로 하는 MN5의 RESERVE 메시지에 대해서는 두 번째 터널의 중단 포인트인 HA에게 전달한다(그림 3.a의 4). 한편, MAP1은 MN1, MN2, MN5가 동일한 HA를 통해 통신하고 있다면 각 MN별로 터널 내에 자원을 예약하는 대신에 이들 자원예약 요구사항을 군집하여 수행한다. MAP1은 자신과 HA간 터널 내에 군집으로 자원예약을 하기 위해 RESERVE-a 메시지를 보낸다(그림 3.a의 5). MAP1과 HA간 터널 내에 있는 NSIS 노드들은 AGG1에 대한 군집 상태정보 테이블을 갱신하거나 군집 상태정보 테이블이 없는 경우 추가한다(그림 2 참조). RESERVE와 RESERVE-a 메시지를 받은 HA는 RESERVE-a 메시지에 대해서는 RESPONSE-a 메시지를 MAP1에게 보낸다(그림 3.a의 7).

3.1.3 MN과 CN간 중단간 자원예약 시그널링

MN과 CN간 중단간 자원예약 시그널링인 RESERVE 메시지는 MAP과 HA를 통해 최종적으로 CN에게 전달되고(그림 3.a의 8), CN은 RESERVE를 받으면 MN5에게 RESPONSE 메시지를 보내 응답하고(그림 3.a의 10), 이 RESPONSE 메시지는 HA(그림 3.a의 11)와 MAP1(그림 3.a의 12)을 통해 MN5에게 전달된다.

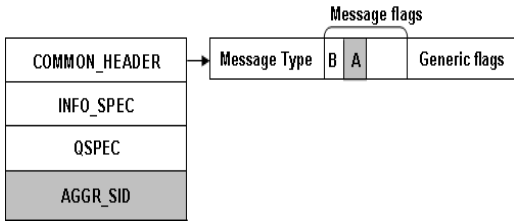
(그림 3.b)의 CN에서 MN 방향으로 자원예약 시그널링 메시지가 전달되는 경우에서도 3.1.1~3.1.3에서 설명한바와 같이, 각 노드는 중단간 시그널링 메시지와 터널 시그널링 메시지를 전달하면서 자원예약을 수행한다.

MN5가 MAP1에서 MAP2 도메인으로 이동하였다고 가정해보자. MAP1 도메인에서와 같이, MAP2 도메인에서 (그림 3.a)의 13, 14, 15, 16의 시그널링이 먼저 수행된 후, MAP2는 HA와 군집 자원 예약을 위해 RESERVE-a 메시지를 보내게 된다(그림 3.a의 17). 이때, 터널 내의 NSIS 노드들이 RESERVE-a 메시지 전달 중 자신이 크로스오버 노드인지

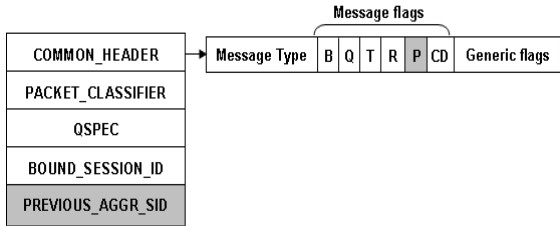
판단할 수 있도록 하기 위해서는 RESERVE-a 메시지에 핸드오버 한 MN의 이전 군집 SID가 포함되어 있어야 한다. 그러나 MN이 핸드오버 한 도메인에 있는 새로운 MAP은 MN의 이전 군집 SID를 알지 못한다. 따라서 RESERVE-a 메시지가 MAP에서 HA 방향으로 전달되는 경우에는 새로운 MAP이 MN의 이전 군집 SID를 알 수 있도록 하는 것이 필요하다. 그러나 (그림 3.b)의 15에서와 같이 HA에서 MAP의 방향으로 RESERVE-a 메시지가 전달되는 경우에는 HA가 MN이 핸드오버 하기 이전 도메인의 MAP과 군집 세션을 설립한 터널의 중단 노드이기 때문에 MN의 이동사실을 파악하고 MAP1과 HA간 이전군집 세션(AGG1)과 MAP2와 HA간 현재 군집 세션(AGG2)에 대한 업데이트를 바로 수행할 수 있다.

제안하는 방안에서는 MN이 현재 자신이 속한 MAP에서 사용하는 군집 SID를 파악하고 있다가 이동했을 때 이를 새로운 MAP에게 알리도록 한다. 이를 위해, MAP이 자신의 도메인에 들어온 MN에게 보내는 RESPONSE 메시지(그림 3.a의 12)를 통해 자신과 HA간 터널에서의 군집 SID를 MN에게 알려주도록 하였다. 그리고 MN이 인터 MAP 핸드오버 하여 새로운 MAP에 속하게 되면 새로운 MAP에게 보내는 RESERVE 메시지(그림 3.a의 13)에 MN이 이를 표시하도록 하였다.

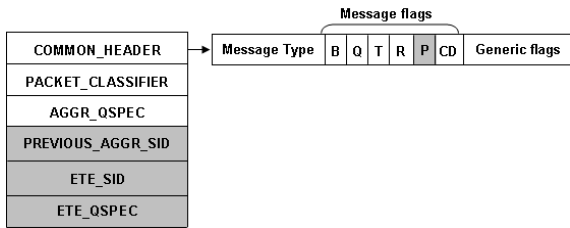
(그림 4)는 군집 SID를 알려주기 위해 MAP이 MN에게 보내는 RESPONSE 메시지이다. AGGR\_SID 객체에는 군집 SID가 저장되고, A(Aggregate) 플래그는 AGGR\_SID 객체를 검토해야 함을 MN에게 알리기 위한 것이다. 그리고 (그림 5)는 MN이 핸드오버 하기 이전에 획득한 군집 SID를 핸드오버 한 이후 새로운 MAP에게 알려주기 위한 RESERVE 메시지이다. 회색으로 음영 표시된 필드는 제안하는 방안을 위해 새롭게 추가한 객체와 플래그들을 표시한다. PREVIOUS\_AGGR\_SID 객체에는 이전 군집 SID가 저장되고, P(Previous) 플래그는 PREVIOUS\_AGGR\_SID 객체를 검토해야 함을 새로운 MAP에게 알리기 위한 것이다.



(그림 4) RESPONSE 메시지



(그림 5) RESERVE 메시지



(그림 6) RESERVE-a 메시지

MAP은 MN으로부터 RESERVE 메시지를 받으면, 이들은 MAP과 HA간 터널 내의 군집 자원 예약 또는 갱신을 위해 RESERVE-a 메시지를 터널 종단 노드를 향해 보낸다(그림 3.a의 17). (그림 6)은 제안하는 방안에서 MAP과 HA 간 (역) 터널에서의 군집 자원 예약을 위해 사용하는 RESERVE-a 메시지이다. RESERVE-a 메시지에는 크로스오버 노드를 발견하기 위해 사용되는 PREVIOUS\_AGGR\_SID, 크로스오버 노드가 발견된 이후 지역적 갱신을 수행하기 위해 사용되는

ETE\_SID와 ETE\_QSPEC 객체들을 포함하고, MAP과 HA 터널 내에 중간 NSIS 노드들이 이 객체들을 이용하여 크로스오버 노드 여부를 판단할 필요가 있는지를 표시하는 P 플래그를 포함한다.

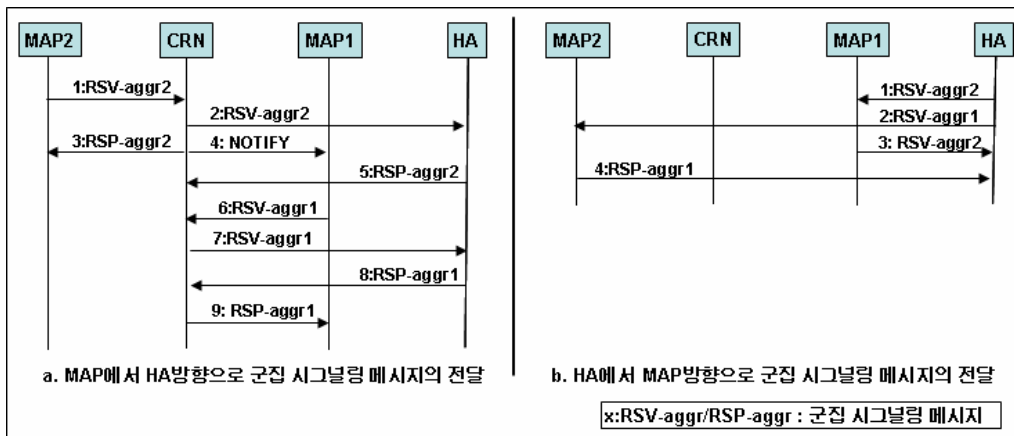
RESERVE-a 메시지가 전달될 때 MAP과 HA간의 각 NSIS 노드는 P 플래그가 0으로 설정되어 있는 경우 자신이 크로스오버 노드인지를 확인한다. 만약 RESERVE-a 메시지의 PREVIOUS\_AGGR\_SID 객체에 저장되어 있는 이전 군집 SID와 동일한 군집 SID가 이미 자신의 상태정보 테이블에 존재하지만 상태정보 테이블의 SII(Source Identification Information) 정보가 이전과 다르다면 그 노드는 크로스오버 노드가 된다. 즉, RESERVE-a 메시지의 PREVIOUS\_AGGR\_SID가 상태정보 테이블의 군집 SID 중 하나와 동일하다는 것은 그 NSIS 노드가 해당 MN을 위한 군집 세션을 이미 서비스하고 있었다는 것을 의미하며, 상태정보 테이블의 SII 정보가 달라졌다는 것은 RESERVE-a 메시지를 전달한 다음 홉이나 이를 보낸 이전 홉 피어 노드가 변경되었음을 의미하기 때문이다.

### 3.2 지역적 갱신을 위한 시그널링

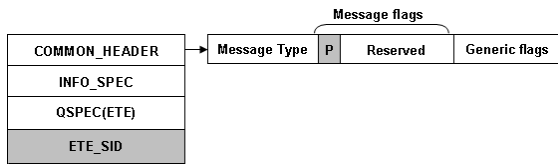
자신이 크로스오버 노드임을 인식한 NSIS 노드는 지역적 갱신을 수행한다. (그림 7)의 a는 크로스오버 노드에서 군집 세션을 위한 지역적 갱신을 수행하는 과정을 보인 것이다. (그림 7)의 b의 경우에는 전술한 바와 같이 HA가 이전 군집 세션과 현재 군집세션의 업데이트를 바로 수행할 수 있으므로 CRN 발견이 필요하지 않다.

먼저, 새로운 MAP과 HA 간 터널내의 모든 NSIS 노드들이 군집 예약 대역폭에 MN의 요구 대역폭을 추가하도록 하기 위해 새로운 군집 세션의 터널 종단 노드를 향해 RESERVE-a 메시지가 계속 전달되도록 한다(그림 7.a의 2). 이 때 크로스오버 노드는 RESERVE-a 메시지가 전달되는 터널 내에 있는 NSIS 노드들에게 제안하는 방안에서의 크로스오버 노드 발견 프로세서가 더 이상 수행될 필요가 없음을 표시하기 위해 P 플래그를 1로 설정한다.

또한, 크로스오버 노드는 터널 시그널링의 수신자가 아님



(그림 7) 군집 세션을 위한 지역적 갱신을 수행하는 과정



(그림 8) NOTIFY 메시지

에도 불구하고 RESPONSE-a 메시지를 새로운 MAP에게 보내도록 한다(그림 7.a의 3). 크로스오버 노드부터 HA 구간은 MN의 이전 경로와 공동 경로이어서 이 구간에는 이미 MN의 요구 대역폭이 확보되어 있기 때문에 새로운 MAP으로부터 크로스오버 노드까지만 자원예약이 가능하면 터널 중단간 경로에 자원이 가용한 것이다. 따라서 터널 시그널링의 최종 수신자인 HA까지 RESERVE-a가 전달되기 전에 새로운 경로 상에 필요한 자원이 가용함을 먼저 파악한 크로스오버 노드가 RESPONSE-a 메시지를 보내도록 함으로써 자원예약 완료 시간을 단축할 수 있다.

크로스오버 노드는 상태정보 테이블의 이전 군집 세션 엔트리에서 이전 MAP의 주소를 알아낸 후, 이전 MAP에게 NOTIFY 메시지를 보낸다(그림 7.a의 4). 이 NOTIFY 메시지의 역할은 이전 MAP이 MN의 이전 군집 경로 상에 자원예약을 차감시키는 RESERVE-a 메시지를 생성하도록 하기 위해서이다. NSIS 시그널링에서 사용하는 모든 자원 예약 메시지는 그 세션을 위한 자원 예약 시그널링이 원래 전달되던 방향으로 항상 전달되어야 하므로[5,6] 크로스오버 노드가 이전 MAP에게 NOTIFY 메시지를 보내 자원 예약 시그널링의 원래 소스였던 이전 MAP이 이전 경로 목적지 방향으로 이전 군집 경로상의 자원을 차감하는 RESERVE-a 메시지를 생성하도록 한 것이다. (그림 8)은 크로스오버 노드가 이전 MAP에게 보내는 NOTIFY 메시지를 보이고 있다. NOTIFY 메시지에는 핸드오버 한 MN의 중단간 SID를 알려주기 위해 ETE\_SID 객체와 P 플래그를 포함하였다.

이전 MAP은 P 플래그가 설정된 NOTIFY 메시지를 받았을 때 이전 MAP과 HA 간 터널 내에 NSIS 노드들이 군집 자원 예약 대역폭을 MN의 QSPEC 만큼 감소시켜 갱신하도록 하기 위해 RESERVE-a 메시지를 생성해야 한다. 이를 위해, NOTIFY 메시지에 표시된 ETE\_SID를 기반으로 NSIS의 자원 예약 상태 관리 테이블인 RMF(Resource Management Function)에서 MN의 중단 자원예약인 QSPEC을 알아내고, 기존 군집 세션의 AGGR\_QSPEC에서 MN의 QSPEC 만큼 뺀 AGGR\_QSPEC을 RESERVE-a 메시지의 AGGR\_QSPEC에 저장한 후, 터널 중단 노드인 HA를 향해 전달한다(그림 7.a의 6과 7). AGGR\_QSPEC은 네트워크 도메인의 정책에 따라 각 노드별 QSPEC의 합 또 평균이 될 수 있다. 따라서 AGGR\_QSPEC에서 MN의 QSPEC 만큼 뺀다는 의미는 네트워크 도메인의 정책에 따라 트래픽 모델 관련된 rate(r), bucket size(b), peak rate(p) 등의 파라미터의 값을 감소시킨다는 것이다.

일반적인 NSIS 시그널링 방식에 따라 터널 시그널링의 최종 수신자인 HA는 RESERVE-a 메시지를 받았을 때 CRN 또는 MAP을 향해 RESPONSE-a 메시지를 보낸다(그림 7.a

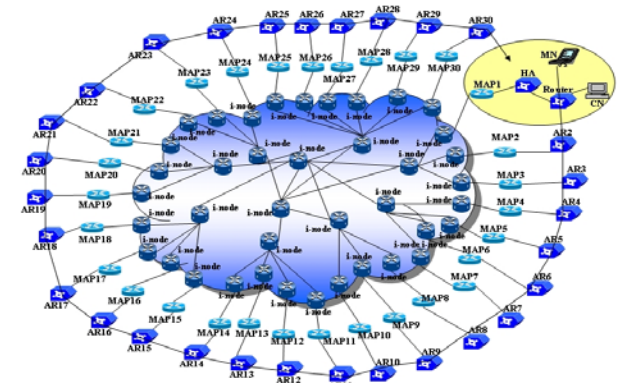
5와 8, 9).

군집 자원예약에서는 MAP과 HA간 군집 대상이 되는 MN이 전혀 없을 경우 MAP 또는 HA가 일반적인 RESERVE-a with teardown 메시지를 통해서 자원을 해약한다. 이는 [2]에서의 일반적인 QoS NSLP 자원해약 절차를 따른다.

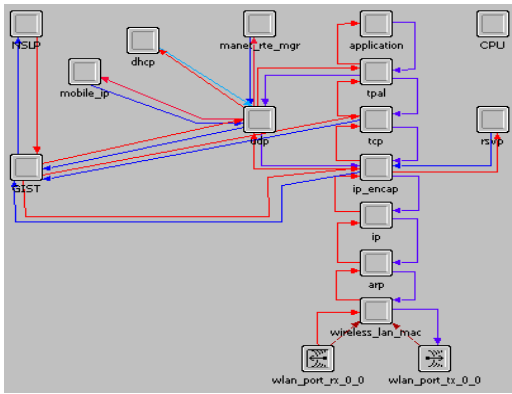
#### 4. 성능평가

제안하는 크로스오버 노드 발견 방안의 성능을 평가하기 위해 Opnet Modeler 12.0을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. (그림 9)는 시뮬레이션에서 사용된 네트워크 모델을 보여주고 있다. 시뮬레이션 네트워크 모델은 전달 네트워크와 MN의 홈 네트워크를 포함하여 30개의 MAP 도메인으로 이루어져 있고, 각 MAP 도메인 내에는 한 개의 AR로 구성되어 있다. 전달 네트워크는 QoS를 보장할 수 있는 라우터들로 구성된 국내 KT-VPN(Virtual Private Network) 네트워크 모델을 가정하였다. MN은 홈 네트워크로부터 이동을 시작하여 30개의 MAP 도메인을 차례로 방문하며, 이동하면서 멀티미디어 수신자와 1480 bytes/s의 비디오 어플리케이션 통신을 하는 것으로 가정하였다. 무선접속망은 802.11b를 사용하며, AR의 전송 파워는 0.001watt이고, AR간 거리는 1Km이다. 시뮬레이션에서는 자원 예약을 위한 시그널링 프로토콜인 NSIS 프로토콜의 구현을 위해 MN, MAP, 라우터(i-node, AR), HA에 NSLP 프로세스 모델과 GIST 프로세스 모델을 각각 추가하였다. (그림 10)은 NSLP와 GIST 프로세스 모델을 추가한 노드 모델의 한 예(MN 노드 모델)를 보여주고 있다. 본 실험에서는 군집 자원 예약이 이루어진 MAP과 HA 터널에서 크로스오버 노드를 발견할 수 있는 제안하는 방안과 크로스오버 노드를 발견하지 못하는 기존 방안에 대해 비교하였으며, 비교 기준으로는 MN이 MAP간 인터 핸드오버에서 발생하는 자원 예약 시그널링 지연과 지연의 편차 및 핸드오버 동안의 처리율을 측정하였다.

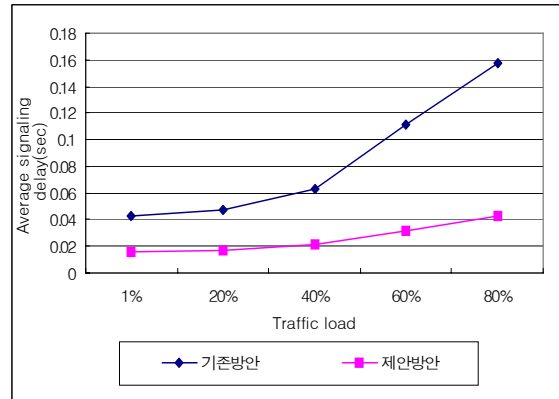
(그림 11)은 전달 네트워크 트래픽의 부하가 증가하는 상황에서 MN이 MAP 도메인을 차례대로 방문하며 인터 핸드오버 할 때 발생하는 자원 예약 시그널링 지연을 보인 그래프이다. x축은 시뮬레이션 네트워크 모델에서 핸드오버 한 MAP의 번호에 해당한다. 제안하는 방안에서는 RESERVE-a



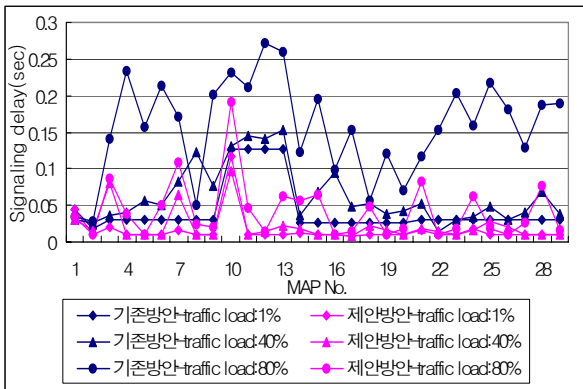
(그림 9) 시뮬레이션 네트워크 모델



(그림 10) MN 노드 모델



(그림 12) MAP 간 인터 핸드오버 시 평균 시그널링 지연

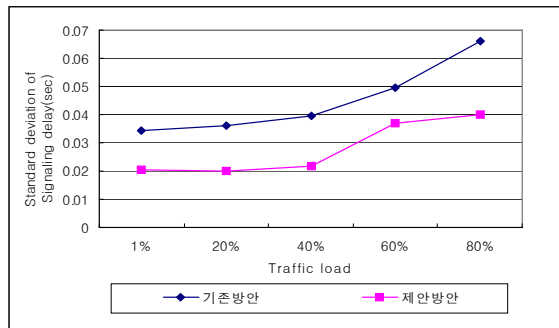


(그림 11) MAP 간 인터 핸드오버 시 시그널링 지연

메시지가 터널의 종단인 HA에 도달하기 전에 크로스오버 노드가 발견되고, 그 크로스오버 노드가 RESPONSE-a 메시지를 보내야 한다. 반면, 기존 방안에서는 RESERVE-a 메시지가 항상 터널의 종단인 HA까지 전달되고, HA가 크로스오버 노드가 되어 RESPONSE-a 메시지를 보낸다. 따라서 (그림 11)에서 보는 바와 같이 트래픽 로드 정도에 관계없이 제안하는 방안에서의 시그널링 지연이 기존 방안보다 더 짧다. 또한 이 차이는 전달 네트워크의 트래픽 로드가 클수록 더 커짐을 볼 수 있다.

(그림 12)는 트래픽 로드 에 대해 평균 시그널링 지연을 보인 그래프이다. (그림 12)에서 제안하는 방안에서의 평균 시그널링 지연은 0.02~0.04s인 반면, 기존 방안에서는 0.04~0.16s로 평균 시그널링 지연이 제안하는 방안보다 클 수 있으며, 트래픽 로드가 1%~20%로 낮은 경우도 기존 방안의 시그널링 지연이 제안하는 방안의 2배 이상이 되고, 트래픽 로드가 40%가 되면 기존 방안의 시그널링 지연이 제안 방안의 3배에 달하게 됨을 볼 수 있다.

(그림 13)은 기존 방안과 제안하는 방안에서의 시그널링 지연의 표준편차를 보인 그래프이다. 제안하는 방안이 0.02~0.04s의 표준편차를 보인 반면, 기존 방안에서의 시그널링 지연의 표준편차는 0.04~0.065s를 보이고 있다. 즉, 제안하는 방안에서 MN이 크로스오버 노드를 발견하여 자원 예약이 완료되기까지의 시그널링 지연정도가 기존 방안보다 고



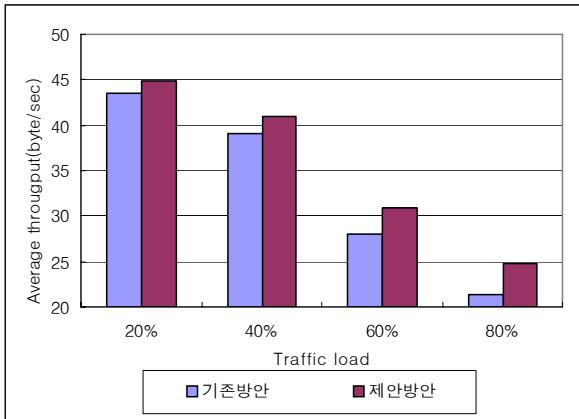
(그림 13) MAP 간 인터 핸드오버 시 시그널링 지연의 표준편차

르다는 것을 알 수 있다.

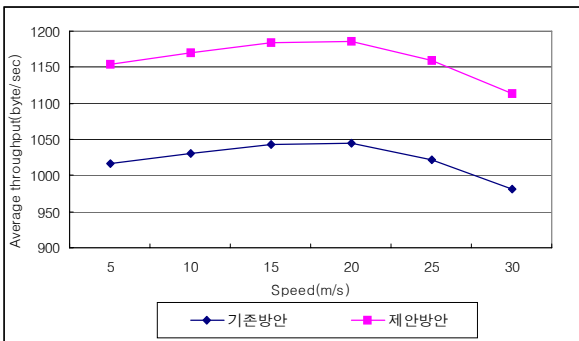
(그림 14)는 트래픽 로드 에 대한 평균 처리율을 나타내고 있다. (그림 14)에서 보인 평균 처리율은 MN이 핸드오버를 수행한 시점부터 핸드오버를 완료한 후, 두 방안에서 모두 자원예약을 마치고 수신자가 지속적으로 일정한 처리율을 유지하기 시작할 때까지의 평균 처리율을 측정된 것이다. 제안하는 방안에서는 자원예약을 위한 시그널링 지연을 줄임으로써 기존 방안보다 좀 더 일찍 세션을 재개할 수 있다. 따라서 (그림 14)에서 보는 바와 같이, 핸드오버 하는 동안 기존 방안보다 제안하는 방안의 평균 처리율이 더 높다.

(그림 15)는 MN 이동속도에 대한 평균 처리율을 나타내고 있다. 이 실험에서는 MN의 이동속도를 5m/s에서 30m/s까지(시속 15km에서 시속 110km까지) 5m/s단위로 증가시켜 보았다. 전달 네트워크 트래픽 로드는 80%로 가정하였고, MN의 핸드오버 횟수는 동일하며, MN이 네트워크의 특정 장소에서 일정 시간을 머무르는 일 없이 홈 도메인으로부터 이동을 시작하여 30번째 외부 MAP 도메인까지 차례대로 방문하여 핸드오버를 완료하였을 때까지의 평균 처리율을 구하였다.

(그림 15)에서 보는 바와 같이 평균 처리율은 두 방안 모두 20m/s(시속 72km)까지 증가하다가 20m/s 이상이 되면서 감소하였다. MN이 핸드오버와 자원예약을 완료하는데 걸리는 시간은 이동속도와 관계없이 거의 일정하지만, AR간 전파범위가 겹치지 않는 지역을 MN이 느리게 이동하면 데이



(그림 14) MAP 간 인터 핸드오버 시 평균 처리율



(그림 15) MN 이동속도에 대한 평균 처리율

터 손실이 커진다. 반대로 AR간 전파범위가 겹치지 않는 지역을 MN이 빠른 속도로 이동할수록 데이터 손실이 적어지다가 MN의 속도가 너무 빨라지면 자원예약이 완료되기 전에 또는 완료된 직후 짧은 시간 안에 AR의 전파범위를 벗어나는 경우가 발생하기 때문에 처리율이 다시 떨어진다. 두 방안의 평균 처리율 차이에 있어서, 제안방안은 이동속도와 관계없이 자원예약 시그널링 지연이 기존 방안보다 짧기 때문에 기존방안의 모든 경우에 대해 평균 138bytes의 처리율을 향상시켰음을 볼 수 있었다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 HMIPv6 네트워크에서 자원예약 프로토콜로 NSIS를 사용하고 MAP과 HA간 터널에서 군집 자원 예약을 수행하는 경우 MAP과 HA간 터널 내에서 크로스오버 노드를 발견하는 방안을 제안하였다. 제안하는 방안에서는 NSLP 시그널링 메시지에 이전 군집 세션에 대한 정보 및 지역적 갱신을 위해 필요한 정보를 포함하여 전달함으로써 MAP과 HA간 군집 자원 예약된 터널 내에서 크로스오버 노드를 발견할 수 있도록 하였으며, 크로스오버 노드 발견 이후 자원 예약 갱신 및 해지가 빨리 이루어질 수 있도록 하였다. 시뮬레이션을 통해, 제안하는 방안에 의해 MAP 간 이동이 발생했을 때 자원예약 시그널링 지연을 단축시키고

처리율을 향상시킬 수 있을 뿐 아니라 시그널링 지연의 편차도 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

### 참 고 문 헌

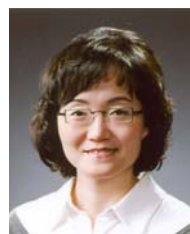
- [1] R. Hancock, G. Karagiannis, J. Loughney, S. Van Den Bosch, "Next Steps in Signaling(NSIS): Framework," RFC 4080, June 2005
- [2] J. Manner, G. Karagiannis, A. McDonald, "NSLP for Quality-of-Service Signaling," draft-ietf-nsis-qos-nslp-12.txt, October 2006
- [3] R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol(RSVP)," RFC2205, September 1997
- [4] D. Awduche, L. Berger, D. Gan, T. Li, V. Srinivasan, G. Swallow, "RSVP-TE: Ex-tensions to RSVP for LSP Tunnels," RFC3209, December 2001
- [5] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El Malki, L. Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management(HMIPv6)," RFC 4140, August 2005
- [6] S. Lee, S. Jeong, H. Tschofenig, X. Fu, J. Manner, "Applicability Statement of NSIS Protocols in Mobile Environments," draft-ietf-nsis-applicability-mobility-signaling-05.txt, June 2006
- [7] S. Lee, S. Jeong, B. Lee, and J. Bang, "A Next Generation QoS Signaling Protocol for IP-based Mobile Networks", IST05, June 2005



### 변 해 선

e-mail : ladybhs@ewhain.net  
 2001년 광주대학교 컴퓨터학과(학사)  
 2003년 이화여자대학교 과학기술대학원 컴퓨터학과(공학석사)  
 2003년~현재 이화여자대학교 컴퓨터정보통신공학과 박사과정

관심분야: 시그널링 프로토콜, 차세대 네트워크, QoS 트래픽 엔지니어링, 가상사설망, 무선 네트워크



### 이 미 정

e-mail : lmj@ewha.ac.kr  
 1987년 이화여자대학교 전자계산학과(학사)  
 1989년 University of North Carolina at Chapel Hill 컴퓨터학과(공학석사)  
 1994년 North Carolina State University 컴퓨터공학과(공학박사)

1994년~현재 이화여자대학교 공과대학 컴퓨터정보 통신공학과 교수

관심분야: 프로토콜 설계 및 성능 분석, 멀티미디어 전송을 위한 트래픽 제어, 인터넷 QoS, 트래픽 엔지니어링, 무선 이동 네트워크, Ad-hoc 네트워크