

논문 2008-45TC-12-17

HMIPv6에서의 MAP의 부하 제어 및 경로 최적화

(MAP Load Control and Route Optimization in HMIPv6)

남성현*, 이경근**

(Sung-Hyun Nam and Kyung-Geun Lee)

요약

HMIPv6는 효율적인 핸드오버를 제공하고 시그널링 오버헤드를 줄이기 위한 기술로 주목받고 있다. HMIPv6는 이러한 시그널링 오버헤드와 지역적 이동성 관리를 위해 MAP(Mobility Anchor Point)를 도입한다. MAP는 빈번한 핸드오버가 발생하는 HMIPv6 네트워크 환경에서 효율적인 이동성 관리를 이룬다. 그러나 HMIPv6는 특정한 MAP로의 부하집중과 같은 네트워크 안에 존재하는 MN(Mobile Node)와 CN(Correspondent Node)사이의 불필요한 지연을 발생시킨다. 또한 모든 패킷은 MAP를 경유하여 전송되기 때문에 MAP는 HMIPv6 네트워크에서의 경로 최적화를 방해한다. 본 논문은 HMIPv6 네트워크에서 MAP의 부하에 따라 경로를 최적화하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 MAP도메인 안에서 최적의 서비스를 제공하기 위한 임계값을 설정하고 MAP에 연결된 이동노드의 수가 임계값을 넘어서는 경우에 MAP를 거치지 않고 AR(Access Router)로 직접 전송하도록 한다. 이에 따라 제안하는 방법은 시그널링 비용을 줄일 뿐만 아니라 특정한 MAP의 부하집중을 완화시킨다.

Abstract

HMIPv6 draws lots of attentions in recent years for providing an efficient handover and reducing the signaling overhead. HMIPv6 employs MAP(Mobility Anchor Point) in order to minimize a signaling overhead and a local mobility management. MAP completes an efficient mobility management in HMIPv6 network environment with frequent handover. However, HMIPv6 causes load concentration at a particular MAP and may have unnecessary latency between MN(Mobile Node) and CN(Correspondent Node) within the same network. A MAP may also disturb the route optimization in HMIPv6 network because all packets must be transmitted through a MAP. In this paper, we propose a scheme to optimize the route in HMIPv6 networks according to MAP load. We configure a threshold in order to support the better service into MAP domain. The packets do not pass through MAP and are directly transmitted to AR(Access Router) if the number of current MNs attached to the MAP exceed the desired threshold. We simulate the performance of the proposed scheme and compare with HMIPv6. Resultly, the proposed scheme reduces signaling costs and mitigates concentration of a particular MAP as well.

Keywords : HMIPv6, Route Optimization, MAP load control²

I. 서론

WLAN과 같은 무선네트워크환경에서의 단말의 이동성을 제공하기 위하여 IETF에서는 MIPv6를 제안하였다^[1]. MIPv6는 이동노드와 통신중인 노드가 이동 중에도 연결을 유지하도록 한다. 이를 위해 MIPv6는 이동노드들이 서브넷을 이동할 때마다 홈에이전트와 상대노

드에게 자신의 위치 정보를 등록해야한다. 위치정보를 기반으로 하여 홈에이전트는 이동노드를 추적하고 상대노드로부터의 모든 패킷을 가로채어 이동노드로 전송한다. 이 때 패킷들이 홈에이전트를 경유하여 이동노드로 전송하는 것을 피하고 이동노드와 상대 노드가 직접 통신하는 경로 최적화 방법을 기본적으로 제공한다. 이러한 MIPv6에서 이동노드들이 자주 핸드오버를 하게 되면 홈에이전트와 상대 노드와의 바인딩 업데이트에 따른 시그널링 비용이 급격히 증가하게 된다. 따라서 이동노드가 요구하는 높은 수준의 이동성과 적은 지연을 제공하지는 못한다. 이러한 이동노드들의 잦은 이동에 따른 높은 시그널링 비용을 줄이기 위해 HMIPv6가

* 학생회원, ** 정회원, 세종대학교 정보통신공학과
(Department of Information and Communication Engineering, Sejong University)

※ 본 연구는 BK21사업의 지원으로 수행되었습니다.
접수일자: 2008년6월17일, 수정완료일: 2008년12월10일

제안 되었다^[2]. HMIPv6 에서는 시그널링 비용을 최소화하기 위해 MAP이라는 새로운 개념을 도입한다. MAP은 이동노드에 의해서 방문된 네트워크 내에 위치한 라우터이다. MAP들은 방문된 네트워크 내에 하나 또는 그보다 많이 존재 할 수 있다. 이러한 MAP은 지역적 이동성 관리기능을 제공함으로써 시그널링비용을 줄인다. MAP 도메인 안에서 이동노드들이 다른 서브넷으로 이동하더라도 LBU(Local Binding Update)을 MAP으로 보낸다. 따라서 홈에이전트와 상대노드로의 바인딩 절차를 생략할 수 있고 지역적 이동성 관리를 용이하게 한다.

이를 위해 HMIPv6에서 이동노드는 두 개의 임시주소를 가진다. RCoA(Region Care of Address)는 MAP 도메인 내에서 사용되는 MAP의 서브넷주소로 방문된 네트워크로부터 이동 노드에 의해서 획득된 주소이다. LCoA(on Link Care of Address)는 자신이 직접 연결된 링크의 네트워크 프리픽스를 통하여 얻은 주소이다. RCoA를 홈에이전트와 상대 노드에게 등록한 후에 이동노드의 RCoA로 향하는 주소를 가진 모든 패킷들은 MAP가 가로채서 이동노드의 LCoA로 터널링한다. MAP은 이동노드의 RCoA를 LCoA로 묶는 로컬 홈에이전트의 기능을 수행한다. 따라서 HMIPv6는 홈에이전트나 상대노드로부터 자신들의 위치를 숨기는 것을 허락한다.

MAP은 지역적인 홈에이전트의 역할을 한다. 이동노드가 MAP 도메인 내에서 움직이는 경우 이동노드는 오직 MAP에게만 위치정보를 등록하면 된다. 그러므로 이동노드로 향하는 모든 패킷들은 MAP을 경유하여 전달되기 때문에 MAP이 관리하는 이동노드가 증가하면 일반적으로 MAP의 패킷 처리 비용은 증가한다^[2]. C. Castelluccia는 MAP 도메인 내의 지역 네트워크의 수가 많을 경우 MAP에서 높은 부하가 발생하고 패킷 전달 비용이 증가함을 보였다^[6]. 이러한 문제를 해결하고자 MAP 도메인 내에서의 최적의 서브넷의 수를 구하는 방법이 제안되었다^[7, 10]. 또한 K.Kawano는 Multi-level 계층적 구조에서 이동노드의 이동속도에 초점을 맞춰 특정한 MAP으로의 부하가 집중되는 것을 해결하였다^[11]. M. Bandai는 이동 속도 뿐만 아니라 MAP에 연결된 이동노드의 수를 미리 정하도록 하여 상위 MAP에 부하가 집중되지 않도록 하였다^[12].

또한 계층적 구조를 가지는 네트워크 환경에서 바인딩 업데이트에 따른 시그널링 비용을 줄이면서 경로 최적화를 제공하기 위해 다음과 같은 방법들이 제안되었

다. 먼저 각 서브넷에서의 상주시간에 따른 프로파일을 생성하고 이에 따라 RCoA와 LCoA를 적응적으로 선택하는 방법이 제안되었으며^[3] 세션 활동성과 이동성을 고려하여 SMR(Session to Mobility)의 한계값과 비교하여 임시주소를 적응적으로 선택하는 방법이 제안되었다^[4]. 이러한 연구들은 이동노드들의 이동성에 따라 바인딩 업데이트 비용을 줄일 수 있다. 하지만 이동노드 또는 사용자는 MAP도메인 내에서 특정한 AR에 오랜 시간 머물면서 인터넷이나 기타 다른 응용프로그램들을 사용하는 경향이 있다^[9]. 그러므로 MAP도메인 안에서의 이동노드가 증가하게 되면 MAP 또는 AR안에 존재하는 많은 이동노드들로 전달되는 트래픽양이 증가한다. 이에 따라서 MAP 또는 AR에서의 패킷처리 지연이 생기며 종단 간 QoS에 영향을 미친다^[5]. 예를 들면 IPTV에서는 zapping 타이밍이 증가하고 실시간 스트리밍이 끊기는 문제가 발생한다. 이럴 경우 경로 최적화를 지원하더라도 실시간 트래픽을 전송하는데 어려움이 생긴다. 즉, MAP 도메인 내에서의 이동노드 수의 증가는 MAP의 부하를 증가시키고 이는 패킷 처리 지연을 발생시킨다. 또한 이동노드와 상대노드사이의 직접적인 경로 대신 MAP를 통해 우회하여 전달된다. 이는 MAP으로의 패킷 전송이 이동노드에게 경로 최적화를 제공하지 못하게 된다. 따라서 MAP의 부하를 생각하여 패킷 전송 경로를 최적화하는 방법이 필요하다.

이를 극복하기 위하여 본 논문은 MAP 또는 AR에서의 이동노드의 수를 고려하여 부하를 분산시키는 방법을 제안한다. 이에 따라 MAP도메인 안에서 MAP도메인 안에서의 이동노드의 수가 최대 허용값을 넘어서는 경우 이를 AR로 분산시켜 상대노드에서 이동노드로 전송되는 패킷의 경로 최적화를 제공한다. 이는 또한 MAP 도메인 내에서의 투명성을 보장함과 동시에 종단 간의 QoS를 효율적으로 지원할 수 있다.

본 논문은 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존의 관련연구들에 대해 알아보고 III장에서는 MAP과 AR로 부하를 분산시켜 패킷의 이동경로를 최적화하는 방안을 살펴본다. 그리고 IV장에서는 제안된 기법의 성능을 평가하고 V장에서 본 논문의 결론을 제시한다.

II. 관련 연구

1. HMIPv6 바인딩업데이트 및 패킷 전송 방법

HMIPv6에서 이동노드가 새로운 서브넷으로 이동하면 이동노드는 두 개의 CoA를 할당받는다. 그림 1에서

접선과 막대선은 바인딩업데이트 경로와 패킷전송경로를 각각 나타낸다. 이동노드는 MAP1이 위치한 서브넷 프리픽스를 받아 RCoA1를 구성하고 AR1(Access Router 1)로부터 자신이 위치한 링크의 서브넷 프리픽스를 받아 LCoA1를 생성한다. 그러면 이동노드는 MAP1로 RCoA1와 LCoA1를 바인딩하기 위해 LBU를 보낸다. MAP은 BAcK(Binding Acknowledgement)을 보내어 위치정보가 등록되었음을 알린다.

또한 홈에이전트와 상대 노드에게도 RCoA1와 HoA가 포함된 바인딩 업데이트를 보낸다. 바인딩 업데이트 후에 상대노드는 RCoA1를 목적지 주소로 하여 이동노드에게 패킷을 보내게 되면 MAP1가 그러한 패킷들을 가로채어 이동노드에게 전달한다. 이동노드가 MAP1 도메인 안에서 다른 AR2의 서브넷으로 이동하여도 이동 노드들은 MN의 RCoA1만을 알기 때문에 MAP1로 패킷을 전송하게 되고 이동노드의 이동성에 대한 투명성을 보장한다. 하지만 임의의 상대노드에서 임의의 지역네트워크로의 이동노드로 패킷 전송을 할 때 패킷은 반드시 MAP1을 통과하기 때문에 완전한 경로 최적화가 보장되지 않는다. 또한 MAP1로 모든 패킷이 전달되기 때문에 MAP1에서의 병목현상이 발생할 수 있다.

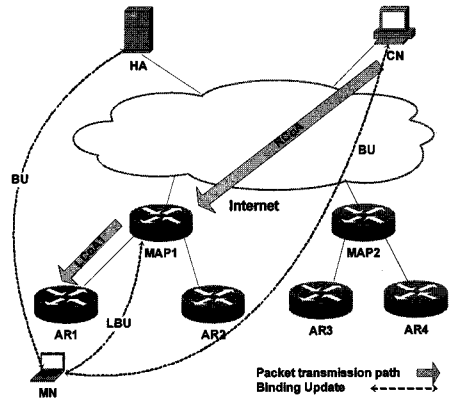


그림 1. HMIPv6에서의 패킷 전송 경로
Fig. 1. Packet delivery path in HMIPv6 networks.

될 수 있다. 이 때 패킷 전송 비용이 증가하게 된다. 따라서 MAP의 부하 분산과 경로 최적화를 동시에 고려할 필요가 있다.

III. 제안하는 방법

본 논문에서는 HMIPv6에서의 위치등록비용의 효율성과 MAP도메인 안에서의 지역적 이동성에 대한 투명성을 보장하면서 MAP으로의 패킷 집중으로 생기는 패

2. MAP 부하 분산 및 경로 최적화

HMIPv6는 기본적으로 거리기반의 MAP선택방식을 사용한다. 이러한 경우 특정한 MAP에서의 부하가 집중되므로 이동노드의 특성을 고려한 MAP 부하 분산 방법들이 제시되고 있다. 이 중에서 이동노드의 속도를 기반으로 MAP를 선택하는 방법들이 제안되었다. K.Kawano는 이러한 이동노드의 이동속도에 초점을 맞춰 특정한 MAP으로의 부하가 집중되는 것을 해결하였다.^[11] M. Bandai는 이동 속도 뿐만 아니라 MAP에 연결된 이동노드의 수를 미리 정하도록 하여 상위 MAP에 부하가 집중되지 않도록 하였다^[12]. 속도기반 MAP 선택 방법은 이동노드의 속도를 측정하고(기본적으로 바인딩업데이트의 간격을 이용) 측정된 이동노드의 속도와 기존에 저장된 값을 이용하여 현재 이동노드에 가장 적합한 MAP를 선택하게 된다. 이러한 MAP 선택은 특정 MAP에서의 부하를 줄여주지만 이동노드와 상대노드 사이의 경로를 최적화하지는 못한다. 예를 들어 이동노드와 상대노드 사이의 패킷 전송이 MAP를 통해서 전달될 때 실제적인 네트워크 지리적인 면이나 홉수를 기반으로 한 실제적인 거리가 훨씬 먼 경로로 전달

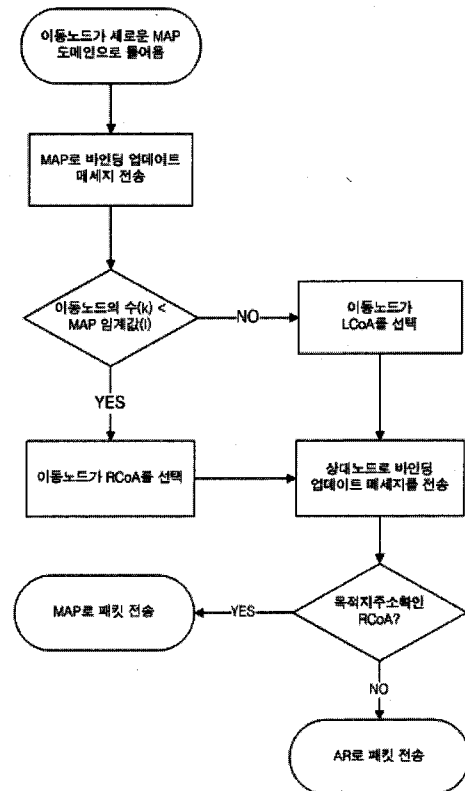


그림 2. 제안하는 방법의 경로최적화 절차
Fig. 2. Route optimization procedure of the proposed scheme.

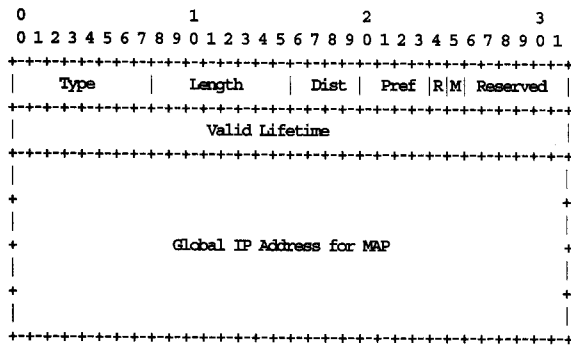


그림 3. MAP option 포맷
Fig. 3. MAP option format.

킷 전송 지연을 최소화하기 위한 경로 최적화 방안을 제안한다. 먼저 이동노드는 기존의 연구들의 방법과 같이 이동속도 및 거주시간을 기반으로 하여 자신의 MAP를 선택한다고 가정한다. 여기에 MAP에 있는 현재 이동노드의 수(k)와 MAP 도메인 내에서 관리 할 수 있는 최대 이동노드 수(l)를 정의한다. 그림 2는 제안한 방법의 간략한 순서도를 보여준다. MAP가 최적의 서비스를 제공할 수 있는 임계값을 넘지 않을 경우에 MAP은 자신이 관리하는 지역 네트워크로 들어온 이동노드로부터의 LBU를 수신하고 LBAck으로 응답한다. MAP은 자신의 바인딩 캐시 목록에 이동노드의 위치를 등록한다. 그러한 후 홈에이전트와 상대 노드에게는 RCoA를 포함하는 바인딩 업데이트를 보낸다. 상대 노드는 RCoA를 목적지 주소로 하는 패킷을 이동노드를 향해 전송한다. 그러면 MAP은 RCoA를 목적지 주소로 갖는 모든 패킷을 가로채어 이동노드의 지역 주소인 LCoA로 패킷을 전송한다.

이와 반대로 MAP이 자신의 도메인 내에서 최적의 서비스를 제공할 수 있는 이동노드의 수가 임계값과 같거나 클 경우에 새로운 이동노드로부터의 LBU를 승인하지 않는다. 이런 경우 이동노드는 자신의 지역 네트워크 주소인 LCoA를 포함하는 바인딩 업데이트 메시지를 홈에이전트와 상대노드에게 전송한다. 홈에이전트

표 1. 바인딩 업데이트 파라미터
Table 1. The parameters for binding update.

C_{ma}	이동노드와 AR 사이의 바인딩 업데이트 전송 비용
C_{pa}	AR와 MAP 사이의 바인딩 업데이트 전송 비용
C_{ca}	AR와 상대노드 사이의 바인딩 업데이트 전송 비용
C_{ra}	AR와 홈에이전트 사이의 바인딩 업데이트 전송비용

와 상대노드는 자신의 바인딩 캐시 목록을 갱신하고 LCoA를 목적지 주소로 하여 패킷을 전송한다. 이러한 패킷은 이동노드의 지역 네트워크의 AR로 직접 전송된다. 이러한 패킷은 바로 이동노드로 다시 전달된다.

MAP은 MAP option을 포함하는 RA(Router Advertisement) 메시지를 주기적으로 전송한다. MAP은 RA 메시지를 통해 자신의 임계값을 알린다. RA를 수신한 이동노드들은 MAP의 상태를 파악한다. MAP로의 등록이 가능하다면 다른 지역네트워크로 이동하였을 경우 MAP으로 자신의 위치를 등록하여 MAP도메인 안에서의 이동성을 다시 보장 받을 수 있다. 그림 3는 수정된 MAP option을 보여준다. 기존의 MAP option에 Reserved 비트 중 상위 1비트를 M (Max Threshold)비트로 정의하여 RA 메시지 전송 시에 MAP의 임계값을 알린다. 이러한 M 비트가 0으로 설정되었을 경우에는 MAP이 관리할 수 있는 이동노드의 수가 임계값보다 적음을 나타내고 MAP에서 낮은 처리 지연 비용을 제공한다. M비트가 1로 설정되었을 경우에는 MAP이 더 이상 최적의 서비스를 제공할 수 없음을 표시한다.

IV. 성능 분석

가. 수학적 모델

MAP부하에 따른 경로최적화의 성능을 비교하기 위해 총 시그널링 비용을 계산하고 비교한다. 총 시그널링 비용은 바인딩 업데이트비용과 패킷전송비용의 합으로 나타낼 수 있다.^[6]

먼저 HMIPv6와 제안하는 방법에서의 바인딩 업데이트 비용을 각각 계산한다. 이를 위해 [6]에서 정의된 파라미터들을 이용한다. 바인딩 업데이트 비용을 C_{BU} 라고 놓고 표 1과 같은 파라미터들을 정의한다.

HMIPv6에서 위치등록비용은 MAP도메인 안에서 이동하는 경우와 MAP도메인 밖을 벗어나는 경우로 나누어 생각할 수 있다. 이동노드가 MAP도메인 내에서 다른 서브넷 사이를 이동할 때 MAP에게만 위치 등록을 하고, 이동노드가 새로운 MAP 도메인 안으로 들어왔을 때 홈에이전트와 상대노드에게도 위치 등록을 해야 한다. 따라서 C_{BU} 는 다음과 같다.

$$C_{BU}[HMIPv6] = 4C_{ma} + 2C_{ra} + 2C_{ca} + 2 \times n (C_{ma} + C_{pa}) \quad (1)$$

식(1)에서 각 노드에서의 처리 비용은 무시한다. 또한 n 은 이동노드가 MAP 도메인 안에서의 다른 지역

네트워크로의 이동 횟수를 나타낸다. 따라서 초기에 MAP도메인으로 오는 경우에는 MAP는 물론 홈에이전트와 상대노드에게 바인딩 업데이트를 하지만 MAP도메인에서의 n 번 이동하는 경우 MAP로만의 n 번의 바인딩 업데이트만 수행한다.

제안하는 방법에서 이동 노드의 수와 MAP의 임계값을 각각 k, l 이라고 정한다. 그러면 k 가 l 을 넘지 않는 경우에 위치 등록비용은 식 (1), (2)와 동일하지만 k 가 l 보다 클 경우에는 $k-l$ 만큼의 이동노드의 위치등록비용은 다음과 같다.

$$C_{BU} = n \times (4C_{ma} + 2C_{ha} + 2C_{ca}) \quad (2)$$

따라서 제안하는 기법의 위치 등록비용은 다음과 같다.

$$C_{BU}[Proposed] = \begin{cases} 4C_{ma} + 2C_{ha} + 2C_{ca} + 2n(C_{ma} + C_{pa}) & k < l \\ n \times (4C_{ma} + 2C_{ha} + 2C_{ca}) & k > l \end{cases} \quad (3)$$

이와 더불어 이동노드와 상대노드사이의 패킷 전송 비용을 계산하기 위하여 표 2와 같은 파라미터들을 정의한다.

HMIPv6에서 MAP 도메인 내에 위치한 이동노드들로 향하는 모든 패킷은 이동노드의 RCoA 통해 MAP로 전달된다. MAP는 이러한 패킷들을 각 이동노드의 RCoA와 바인딩 되어있는 LCoA를 통해 이동노드가 위치한 서브넷의 AR로 패킷을 전달한다. 그러면 AR는 자신의 서브넷에 존재하는 이동노드로 다시 패킷을 전달한다. 각 구간의 패킷 손실이 없다고 가정하고 각 구간의 평균패킷수신율은 동일하다. 따라서 HMIPv6에서의 패킷 전송 비용은 아래와 같다.

$$C_{PD}[HMIPv6] = \lambda (D_{ma} + D_{cm} + D_{pa}) \quad (4)$$

위의 식 (4)에서 홈에이전트, 상대노드, MAP에서의 처리비용은 무시한다. 제안하는 방법에서는 MAP의 임계

값을 기준으로 하여 임계값을 넘지 않을 경우에는 HMIPv6와 동일하게 동작하므로 식 (4)와 동일한 비용을 갖는다. 하지만 MAP의 임계값을 넘어서는 이동노드에 대해서는 AR로 패킷이 직접 전송된다. 이를 위해 상대노드로의 바인딩 업데이트시 RCoA가 아닌 LCoA를 포함하는 바인딩 업데이트 메시지를 전송한다. 따라서 제안하는 방법의 패킷 전송 비용은 다음과 같다.

$$C_{PD}[Proposed] = \begin{cases} \lambda(D_{ma} + D_{cm} + D_{pa}) & k < l \\ \lambda(D_{ma} + D_{ca}) & k > l \end{cases} \quad (5)$$

위치업데이트비용과 패킷전달비용을 합하여 총 시그널링 비용을 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다. C_{BU} 와 C_{PD} 의 단위는 (패킷사이즈 \times 각 홉들의 수)로 나타낸다.^[4] α 와 β 는 각 비용의 가중치이며 여기서는 α 와 β 를 각각 1로 정한다.

$$C_{TOT} = \alpha C_{BU} + \beta C_{PD} \quad (6)$$

위에서 구한 시그널링 비용을 비교하기 위해 다음과 같이 가정한다^[6]. 표 3은 성능분석을 위한 각 파라미터 값이다.

그림 4과 그림 5에서 MAP의 임계값 l 은 50으로 가정한다.^[12] 그리고 패킷 수신율 λ 는 1을 기준으로 하며 가중치를 제공한다. 또한 MAP와 AR가 허용 가능한 이동노드의 최대 개수는 동일하다고 가정한다. 그림 6은 새로운 MAP 도메인으로 이동한 이동노드의 개수에 따른 총 시그널링 비용을 나타낸다. 그림4에서 이동노드의 수가 증가할수록 총 시그널링 비용이 증가하는 것을 볼 수 있다. MAP도메인의 임계값($l=50$)까지는 HMIPv6와 제안하는 방법의 총 시그널링 비용은 동일하다. 이는 MAP가 허용하는 임계값까지는 MAP로의 위치 등록을 수행하기 때문에 제안하는 방법도 HMIPv6와 동일하게 MAP로의 위치 등록을 수행한다. 이 때 이동노드는 RCoA를 임시주소로 하는 바인딩 업데이트 메시지를 상대노드에게 보내게 되고 상대노드는 MAP로 패

표 2. 패킷 전송 비용 파라미터

Table 2. The parameters for packet delivery cost.

D_{ma}	이동노드와 AR 사이의 패킷 전송 비용
D_{cp}	상대노드와 MAP 사이의 패킷 전송 비용
D_{ca}	AR와 상대노드 사이의 패킷 전송 비용
D_{pa}	AR와 MAP 사이의 패킷 전송 비용
λ	이동 노드의 평균 패킷 수신율

표 3. 시스템 파라미터

Table 3. System parameters.

C_{ma}	C_{pa}	C_{ha}	C_{ca}
50	10	30	30
D_{cm}	D_{ca}	D_{pa}	D_{ma}
30	40	15	75

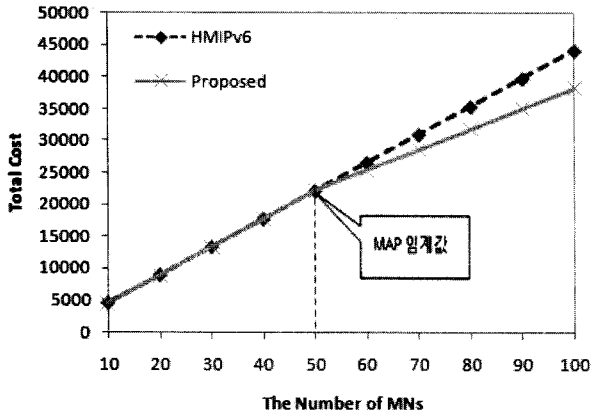


그림 4. 새로운 MAP 도메인으로 이동하는 이동노드의 개수에 따른 총 시그널링 비용
 Fig. 4. Total cost by the number of MNs entering new MAP domain.

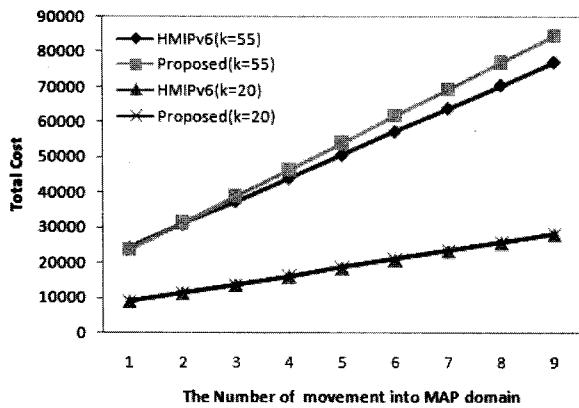


그림 5. MAP도메인 내에서의 이동노드의 이동 횟수에 따른 총 시그널링 비용
 Fig. 5. Total cost by the number of movements into MAP domain.

킷을 전송한다. 하지만 MAP의 임계값을 기준으로 볼 때 이를 넘어서는 이동노드가 MAP 도메인 안에 상주하게 되면 HMIPv6의 총 시그널링 비용은 거의 일정하게 증가하는 반면 제안하는 방법의 총 시그널링 비용이 증가하는 비용이 HMIPv6와 비교해 증가폭이 줄어든다. 이는 MAP 도메인 내에서 허용되는 노드의 수를 초과된 이동노드들은 MAP 대신 AR로 위치 등록을 하고 상대노드로 LCoA를 자신의 임시주소로 하는 바인딩 업데이트를 한다. 그러므로 MAP를 거치지 않고 이동노드 자신이 위치한 지역 네트워크의 AR로 패킷 수신이 이루어지기 때문이다. 또한 HMIPv6가 위치등록비용을 줄이고 지역적 이동성을 보장하지만 새로운 MAP 도메인으로의 이동시 초기 위치 등록 비용이 MIPv6보다 더 높기 때문이다.

그림 5는 이동노드가 MAP 도메인 내에서 이동하는

경우에 따른 총 시그널링 비용을 나타낸다. 사전에 설정된 MAP의 임계값을 기준으로 이동노드의 수가 임계값을 넘어섰을 때와 그렇지 않은 경우를 각각 고려한다. 이동노드의 개수가 MAP의 임계값을 넘지 않는 경우($k=20$)에는 HMIPv6와 제안하는 방법은 동일한 비용을 갖는다. 둘 다 MAP으로의 위치등록과 RCoA를 임시주소로 하여 홈에이전트와 상대노드에게 바인딩 업데이트를 하고 패킷들은 MAP으로 전달되기 때문이다. 하지만 이동노드의 수가 MAP의 임계값을 초과($k=55$)하여 MAP 부하에 영향을 미치게 되면 MAP의 임계값을 초과하는 이동단말은 AR를 통해 위치 등록을 하고 패킷을 수신한다. 이 때 바인딩 업데이트 메시지는 LCoA를 포함한다. 따라서 동일 MAP 도메인 내에 위치해 있지만 이동노드의 이동 횟수가 증가하게 되면 제안하는 방법의 시그널링비용은 HMIPv6의 비용을 초과하게 된다. 따라서 이를 최소화하기 위해 3절에서 설명한 바와 같이 MAP은 RA 메시지를 통해 자신의 부하 상태를 이동노드에게 알린다. 이러한 메시지를 받은 이동노드는 다시금 MAP로의 위치 등록을 수행함으로써 MAP 도메인 내에서의 이동에 대한 투명성을 보장받을 수 있다.

나. 시뮬레이션

본 논문에서 제안한 방법의 성능을 평가하기 위해 NS-2^[8]를 이용하여 시뮬레이션 하였다. 실험을 위해 그림 6과 같이 HMIPv6 네트워크 토폴로지를 구성하였다. 실험 시나리오는 MAP도메인으로 들어왔을 경우와 도메인 안에서 AR간 핸드오버를 비교한다. HMIPv6와 제안하는 방법 모두 시뮬레이션이 시작되면 이동노드가

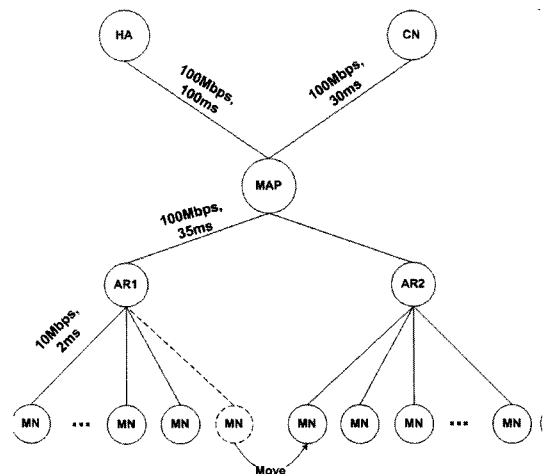


그림 6. 시뮬레이션 네트워크 구조
 Fig. 6. Simulation Network Topology.

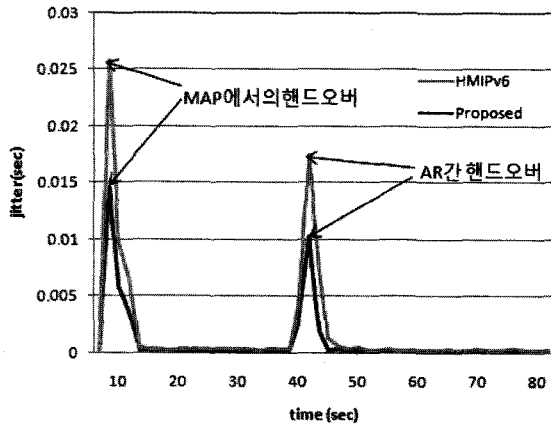


그림 7. 종단 간 지터값

Fig. 7. Jitter between End-to-end nodes.

표 4. 핸드오버시 MAP에서의 패킷처리량과 손실된 패킷

Table 4. Throughput and dropped packets at MAP HO.

	평균패킷처리량	손실된 패킷의 수
HMIPv6	130	3518/60696
Proposed	150	3072/60696

10초 후에 AR1에 연결되어 있다가 40초에 후에 AR2로 이동하도록 하였다. 각 AR1과 AR2에서 허용 가능한 최대노드의 10개로 제한한다. 따라서 위의 실험에서 MAP는 최대 20개의 노드를 서비스 할 수 있도록 하였다.

그림 7은 핸드오버 시 이동노드에서 상대노드 사이의 지터를 보여준다. 그림 7에서 보듯이 핸드오버 시에 지터값이 급격히 늘어남을 알 수 있다. 이러한 지연은 제안하는 방법이 각 10초와 40초에 핸드오버가 발생하였을 때 기존의 HMIPv6보다 더 적은 지터를 갖는다. 이는 제안하는 방법이 HMIPv6에서의 MAP의 부하를 피하여 AR로 자신의 위치를 등록하고 패킷을 전송하고 MAP에서의 처리지연이나 터널링비용을 줄이기 때문이다. 따라서 표 4는 핸드오버시의 평균패킷처리량 과 손실된 패킷의 수를 나타낸다. 평균패킷처리량은 MAP에서의 TCP 패킷을 관찰하였다. 핸드오버가 일어나지 않는 동안 HMIPv6 와 제안하는 방법에서 평균적으로 패킷처리량은 200이지만 핸드오버가 발생하는 경우에 HMIPv6는 130이고 제안하는 방법에서는 150으로 감소한다. 또한 표 3에서와 같이 HMIPv6에서 임계값을 넘어서는 경우 MAP에서의 처리지연은 제안하는 방법이 약 10%정도의 손실된 패킷이 줄어들음을 알 수 있다. 이는 HMIPv6에서는 MAP에 부하가 집중되므로 MAP의 임계값을 넘어서는 경우에 MAP에서의 처리지연이 발생하게 되지만 제

안하는 방법에서는 MAP의 임계값을 넘어서게 되는 경우 이동노드가 AR에 등록하게 되므로 MAP에서의 처리지연을 피할 수 있다. 또한 MAP에 부하가 최대값을 초과했을 경우에 패킷 손실이나 재전송이 증가할 수 있으나 MAP에서의 터널링을 피함으로써 패킷손실과 재전송을 최소화 한다.

V. 결 론

많은 무선기반의 네트워크를 사용하는 사용자들은 이동 중에도 유선기반의 네트워크와 같은 서비스를 제공받기를 원한다. 그러한 무선네트워크에서 실시간 서비스를 사용하고자 하는 사용자들에게 알맞은 서비스를 제공하기 위해서는 이동노드가 존재하는 네트워크에서의 적은 지연과 빠른 데이터 전송이 필요하다. 기존의 HMIPv6는 MAP을 도입하여 모든 패킷을 MAP통해서 전달하기 때문에 MAP로의 패킷이 집중되고 경로 최적화를 제공하는데 어려움이 따른다. 본 논문은 MAP에서의 이동노드 수가 임계값을 넘지 않는 경우에는 기존의 HMIPv6와 동일하게 MAP를 통해 패킷을 전송함으로써 MAP도메인내에서 투명성을 보장받게 한다. MAP에 등록된 이동노드의 수가 임계값을 넘어설 경우 임계값을 초과한 이동노드들은 MAP가 아닌 AR로의 직접적인 전송을 택하도록 한다. 따라서 모든 패킷이 MAP을 경유하여 전송되는 비용보다 패킷전송비용을 약 10% 줄일 수 있다. 앞으로 계층적 네트워크에서 inter/intra 핸드오버를 동시에 고려하는 MAP 선택방법에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

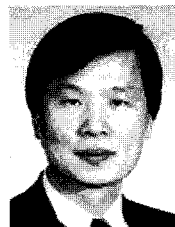
- [1] D.Johnson, et al., "Mobility Support in IPv6" RFC3775, June 2004.
- [2] H. Soliman, et al., "Hierarchical MIPv6(HMIPv6) mobility management", RFC 4014.
- [3] S. H. Hwang, et al., "An adaptive hierarchical mobile IPv6 with route optimization", VTC 2003-Spring, Volume 3, 22-25, April 2003.
- [4] S. H. Pack, et al., "Adaptive Route optimization in Hierarchical Mobile IPv6 Networks", IEEE Transaction on mobile computing, Vol. X, 2007.
- [5] R. Jain, et al., "Mobile Internet access and QoS guarantees using mobile IP and RSTP with location register," ICC98, Volume.3, 1998.
- [6] C. Castelluccia, "Extending Mobile IP with

- adaptive individual paging : a performance analysis”, in Proc. IEEE Symposium on computer and communications, pp. 113-118, 2000.
- [7] J. Xie, et al., “An Optimal Location Management Scheme for Minimizing Signaling Cost in Mobile IP”, Communications. ICC 2002, Vol. 5, pp.3313-3317, 2002.
- [8] ns-2, <http://www.isi.edu/nsnam>
- [9] K. S. Kong, et al., “History-Based Auxiliary Mobility Management Strategy for Hierarchical Mobile IPv6 Networks”, IEICE Trans. Fundamentals, VOL. E88-A, No.7 July 2005.
- [10] J. Xie, and F. Akyildiz, “A novel distributed dynamic location management scheme for minimizing signaling costs in Mobile IP”, IEEE Trans. Mobilecom, vol.1, no.3, pp.163-174, July-Sep. 2002.
- [11] K. Kawano, et al., “A Multilevel Hierarchical Distributed IP Mobility Management for Wide Area Networks”, in Proc. of ICCCN'02, pp.480-484, Oct. 2002.
- [12] M. Bandai, and I. Sasase “A Load Balancing Mobility Management for Multilevel Hierarchical Mobile IPv6 Networks”, in Proc. of IEEE International Symposium on Personal and Mobile Radio Communication, Vol.1, pp.460-464, Sep. 2003.

 저 자 소 개



남 성 현(학생회원)
 2007년 세종대학교
 정보통신공학과 학사졸업.
 2007년~현재 세종대학교
 정보통신공학과 석사과정.
 <주관심분야 : 차세대 인터넷, 모
 바일 네트워크>



이 경 근(정회원)
 1981년 서울대학교
 전자공학과 학사졸업.
 1983년 KAIST 전기및전자공학과
 석사졸업.
 1992년 Cornell Univ. School of
 EE 박사졸업.
 1992년~1998년 삼성전자 정보통신본부
 수석연구원
 1998년~현재 세종대학교 정보통신공학과 교수
 <주관심분야 : 네트워크, 통신 프로토콜, 초고속
 통신, 차세대 인터넷>