

계층적 이동 IPv6 망에서의 페이징 기법

김수미^o 최종원
 숙명여자대학교 컴퓨터과학과
 {tohappy98^o, choejn}@sookmyung.ac.kr

Paging for Hierarchical Mobile IPv6

Sumi Kim^o Jongwon Choe
 Computer Science, Sookmyung Women Univ.

요 약

인터넷이 활성화되고 무선통신 가입자들이 늘어남에 따라 이동성에 대한 요구는 커져 가고 있고, 이에 대한 연구는 현재 IETF의 Mobile IP WG에서 진행중이다. 계층적 이동 IPv6는 MAP(Mobility Anchor Point)을 도입하여 지역적 이동성을 효율적으로 관리하게 했다. 이러한 HMIPv6 환경에서 활동상태 노드와 비활동상태 노드의 상태를 구분하여 망의 부하 문제를 해결해 주는 페이징 기법이 적용된 P-HMIPv6 프로토콜이 있다. 본 논문에서는 P-HMIPv6의 문제점을 살피고, 이를 보완할 수 있는 방법을 적용한 MP-HMIPv6 프로토콜을 제안한다.

1. 서 론

인터넷이 활성화되고 무선통신 가입자들이 늘어남에 따라 이동성에 대한 요구는 커져 가고 있고, 이에 대한 연구는 현재 IETF의 Mobile IP WG에서 진행중이다[1]. 계층적 이동 IPv6[2]는 MAP(Mobility Anchor Point)을 도입하여 지역적 이동성을 효율적으로 관리하게 했다. 이러한 HMIPv6 환경에서 활동상태 노드와 비활동상태 노드의 상태를 구분하여 망의 부하 문제를 해결해 주는 페이징 기법이 적용된 P-HMIPv6[3] 프로토콜이 있다. 본 논문에서는 P-HMIPv6의 문제점을 살피고, 이를 보완할 수 있는 방법을 적용한 MP-HMIPv6 프로토콜을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2절에서는 HMIPv6와 Paging, P-HMIPv6 개념에 대해 알아본다. 3절에서는 P-HMIPv6 문제점을 보완한 MP-HMIPv6에 대해 살펴보고, 4절에서는 동일한 네트워크에서 P-HMIPv6와 MP-HMIPv6를 적용한 결과를 비교한다. 마지막으로 5절에서는 결론을 맺는다.

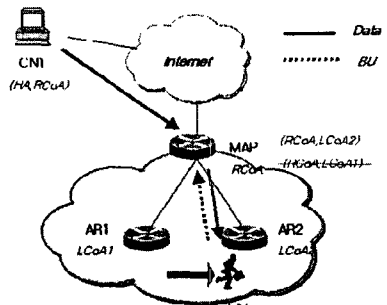
2. 관련 연구

2.1 HMIPv6

MIPv6를 이용하여 이동성을 관리할 때 발생하는 트래픽을 줄이기 위해, 지역 내에서의 이동성은 지역 내에서 처리하도록 하는 HMIPv6이 개발되었다[2]. 계층적 이동성 관리 프로토콜인 HMIPv6는 MAP(Mobility Anchor Point)을 도입하여 MAP 도메인 내부에서의 이동성은 MAP이 처리하도록 함으로써 이동노드(MN)와 홈 에이전트(HA) 또는 상대노드(CN) 사이에서 발생하는 이동성 관리를 위한 트래픽을 줄임으로써 MIPv6의 핸드오프 성능을 개선했다.

HMIPv6는 두 개의 CoA를 구성한다. MAP prefix를 이용해서 RCoA를 구성하며, 현재 위치한 AR(Access Router)의 prefix를 이용해서 LCoA를 구성한다. MN는 HA와 CN에

게 RCoA를 등록함으로써 MN가 속해 있는 MAP 도메인을 알려주고, MAP에게는 LCoA를 등록함으로써 MAP 도메인 안의 정확한 MN의 주소를 알려준다. HA와 CN은 MN의 주소를 RCoA로 인식하여, MN와 통신하기 위해 MAP으로 데이터를 보내게 된다. MAP은 외부로부터 데이터를 받으면, 해당 LCoA로 데이터를 인캡슐하여 MN로 보낸다. 만약 MN가 MAP 도메인 내부에서 이동할 경우, LCoA는 변경되지만 RCoA는 변경되지 않았으므로, MAP에게는 바인딩 업데이트를 해주고, HA와 CN에게는 바인딩 업데이트를 하지 않아도 된다. 이로써 전체적으로 바인딩 업데이트 횟수가 줄어 든다[2].



[그림1] HMIPv6

2.2 Paging

현재 데이터를 주고받지 않는 상태의 MN를 idle 노드라고 한다. 페이징이란 idle 노드가 몇 개의 베이스 스테이션 또는 라우터를 하나의 영역으로 인식하고 이 영역 안에서 이동할 경우 새로운 지점으로 이동하였음을 네트워크에 알리지 않는 방법을 말한다. 또 그러한 영역을 페이징 영역이라고 한다[4]. 페이징 기법을 사용하면 통신하지 않는 노드는 바인딩 업데이트를 할 필요가 없어, 위치등록에 따르는 시그널링 오버헤드를 감소시킬 수 있다[5].

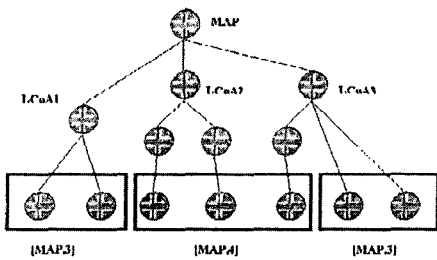
다른 노드로부터 데이터가 전송될 때 현재 MN의 위치를 찾는 페이징 알고리즘으로는 Fixed paging과 Hierarchical paging 그리고 Last-location paging 등의 알고리즘들이 있다[6]. MIPv6, HMIPv6에서는 FA(Foreign Agent)의 개념이 없으므로 대신 MAP 페이징 개념을 도입하여 사용하며, 비활동상태의 MN을 찾는 페이징 알고리즘은 Last-location paging 방법이 가장 효율성이 뛰어난 것으로 알려져 있다[6].

2.3 P-HMIPv6

P-HMIPv6는 HMIPv6를 확장하여 페이징 서비스를 제공할 수 있도록 함으로써 지역 내의 이동성 관리를 위한 트래픽을 효과적으로 줄일 수 있는 프로토콜이다[3].

P-HMIPv6는 기존의 페이징 프로토콜과는 달리 페이징 영역을 식별하기 위한 별도의 페이징 영역 식별자를 사용하지 않는다. 이동노드는 MAP으로부터 떨어진 거리 정보를 포함하여 Local Binding Update를 수행하고, 이 거리 정보가 페이징 영역을 정의하기 위해 사용된다. MAP으로부터의 거리 정보는 Map Option Message의 Dist 필드로부터 얻을 수 있다. 이 메시지를 받은 MAP은 이동노드의 RCoA와 현재의 LCoA, MAP으로부터 떨어진 거리 정보를 Binding Cache에 저장한다. CN이 idle 노드와 통신하고자 할 때, MAP은 CN으로부터 오는 데이터를 버퍼링 하고 MN을 찾기 위해 페이징을 수행한다.

P-HMIPv6에서 MN는 MAP의 주소와 Dist 정보를 이용하여 자신이 속한 페이징 영역을 식별하고, MAP은 자신으로부터 Dist만큼 떨어진 영역 내에만 멀티캐스트 패킷을 전송하여 페이징을 수행한다. 즉, MAP은 Dist 정보를 페이징 영역 식별자로 사용한다. 따라서 MAP의 주소 정보와 Dist 정보를 결합하여 페이징 영역의 식별자로 사용할 수 있다. [그림2]는 P-HMIPv6에서 제안한 방법대로 페이징 영역을 설정한 것이다.



[그림2] P-HMIPv6 페이징 영역 설정

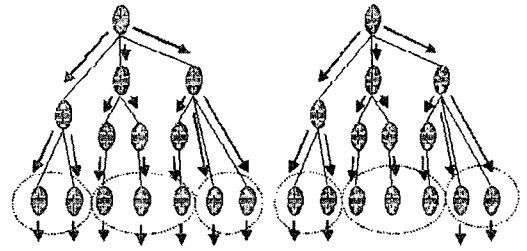
이 프로토콜은 별도의 페이징 영역 식별자를 사용하지 않음으로써 페이징 영역 생성 및 등록을 위한 메시지를 정의할 필요가 없어 프로토콜이 간단해 지는 효과를 얻을 수 있다.

3. MP-HMIPv6

이 절에서는 P-HMIPv6 문제점으로 살펴보고, 이 문제점을 보완한 Modified P-HMIPv6 (이하 MP-HMIPv6) 프로토콜에 대해 살펴보고자 한다.

3.1 P-HMIPv6의 문제점

기존 P-HMIPv6는 페이징 영역을 MAP의 주소 정보와 Dist 정보만을 가지고 나누고 있다. 그래서 페이징 요청 메시지를 보낼 때, 자신의 Dist 정보와 같은 인터페이스 뿐만 아니라 모든 인터페이스로 메시지를 전달하게 되어 네트워크 트래픽을 증가시킨다.

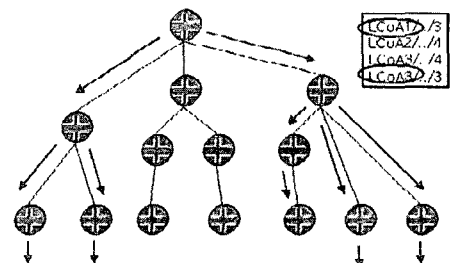


가) [MAP, 4] 영역으로의 페이징 나) [MAP, 3] 영역으로의 페이징
[그림3] P-HMIPv6에서의 페이징

[그림3]에서는 P-HMIPv6의 문제점을 보여 주고 있다. 가)는 idle 노드가 [MAP, 4] 영역에 있는 경우이다. MAP은 노드의 정확한 위치를 찾기 위해 이 영역으로 페이징 요청 메시지를 보낸다. 그러나 P-HMIPv6는 Dist 정보를 IP 헤더의 hop으로 설정하여 전 영역에 페이징 요청 메시지를 보내기 때문에, 현재 MN가 [MAP, 4] 영역에 있음에도 불구하고, [MAP, 3] 영역에까지 메시지가 전달되고 있다. 나)는 idle 노드가 [MAP, 3] 영역에 있는 경우이다. Hop을 3으로 설정하였기 때문에, [MAP, 4] 영역의 마지막 라우터에서는 데이터가 drop되어 더 이상 메시지가 전달되지 않는다. 하지만 이 역시 [MAP, 3] 뿐만 아니라, [MAP, 4] 영역으로까지 메시지가 전달되고 있다. 이처럼 P-HMIPv6는 현재 idle 노드가 위치한 페이징 영역이 아닌 다른 영역에까지 메시지가 전달되면서 불필요한 네트워크 트래픽이 많이 발생한다.

3.2 MP-HMIPv6 개요

이 절에서는 P-HMIPv6의 문제점을 보완한 MP-HMIPv6를 소개한다. MP-HMIPv6에서 페이징 영역은 기존 방법처럼 MAP 주소 정보, Dist 정보로 나타내지만, idle 노드를 찾을 때 모든 인터페이스로 메시지를 보내는 것이 아니라, Dist 정보에 해당하는 LCoA로만 메시지를 전달함으로써 불필요한 네트워크 트래픽 양을 감소시켰다.



[그림4] MP-HMIPv6에서의 페이징

[그림4]는 MP-HMIPv6에서 [MAP,3] 페이징 영역으로 페이징 요청 메시지를 보낼 때 데이터 흐름을 나타내고 있다. Dist가 3인 영역을 포함하고 있는 LCoA를 찾기 위해 binding cache를 살핀다. 지금 현재 Dist가 3인 것의 LCoA는 LCoA1, LCoA3 이므로 이 두 곳으로 메시지를 보내어 페이징을 수행하도록 한다.

Idle 노드의 Dist 정보와 같은 Dist 정보를 가진 LCoA를 조회할 때, MAP의 binding cache 정보만을 참조하기 때문에, binding cache에 있지 않은 LCoA가 누락되는 경우가 있을 수 있다. 만약 idle 노드가 이렇게 누락된 LCoA 영역에 포함되어 있다면, 페이징을 수행하였을 때 MN를 찾지 못하게 된다. 이러한 경우를 방지하기 위하여, 일정시간이 흐를 동안 MN으로부터 BU 메시지가 오지 않았다면, 이미 보낸 LCoA를 제외한 모든 LCoA로 페이징 요청 메시지를 보내어 페이징을 수행하도록 한다.

3.3 MP-HMIPv6 절차

이 절에서는 MP-HMIPv6 프로토콜에서 MN가 idle 노드로 전환한 후, MAP으로의 페이징 등록과정과 외부에서 idle 노드와 통신하고자 하는 패킷이 MAP에게 도착하였을 때 idle 노드를 찾는 페이징 절차를 설명한다.

① MN이 더 이상 CN과 통신하지 않을 때에는, AR로부터 받은 페이징 ID, 즉 MAP으로부터 떨어진 거리 값을 확인하고 이를 저장한다. 또한 MAP에게 BU메시지의 P 플래그를 1로 세팅하고, MAP으로부터 떨어진 거리 값을 Paging Area ID Extension의 Paging Area ID 값에 저장하여 BU 메시지에 포함시켜서 MAP에게 보낸다. 이 때 BU의 lifetime 값은 활동상태의 MN의 그 값보다 훨씬 큰 값으로 변경해야 한다[4].

② MAP은 해당 MN의 정보와 BU 메시지에 포함되어 온 Paging Area ID 값을 binding cache에 저장한다.

③ CN이나 HA에서 Idle 모드에 있는 MN으로 향하는 패킷이 MAP에게 도착하면, MAP은 binding cache를 참조하여 해당 MN이 Idle 모드에 있다는 것을 인식하고 패킷을 일단 버퍼링한다.

④ MAP은 MN이 등록한 Dist 정보와 같은 LCoA로 페이징 요청 메시지를 보내고 일정 시간 동안 MN의 BU 메시지를 기다리는 페이징 타이머를 동작시킨다. 이 때 IP 헤더의 Hop Limit 값을 MN이 등록한 Paging Area ID값으로 넣어준다.

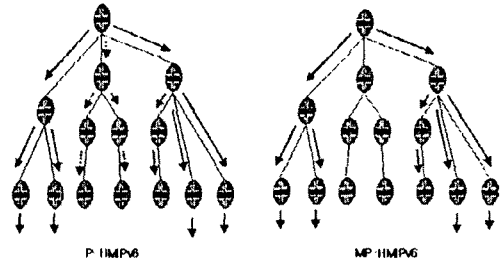
⑤ MAP의 주소를 소스 주소로 하는 페이징 요청 메시지를 받은 AR은 자신의 영역 내에 해당 MN의 홈 주소를 포함한 페이징 광고 메시지를 보낸다.

⑥ 만약 MN이 페이징 광고 메시지를 받았다면, MN은 MAP에게 BU 메시지를 전송하고 활동 모드로 전환한다. 이 때 MAP은 버퍼링해 두었던 패킷과 이후의 패킷을 전달한다.

⑦ 만약 MAP이 MN으로부터 BU 메시지를 받지 못하고 페이징 타이머가 만료된다면 Dist 정보와 같은 LCoA를 제외한 모든 LCoA로 페이징 요청 메시지를 보내고 같은 시간을 가지는 타이머를 동작시켜, ⑤,⑥ 절차를 수행한다.

4. P-HMIPv6 vs MP-HMIPv6

[그림5]는 P-HMIPv6과 MP-HMIPv6를 사용하여 [MAP,3] 영역으로 페이징 요청 메시지를 보낼 때 데이터 흐름을 나타낸 것이다. 그림에서 보듯이 P-HMIPv6은 모든 LCoA로 메시지를 보내지만, MP-HMIPv6는 Dist가 3인 정보를 가지고 있는 LCoA로만 메시지를 보냄으로써, MP-HMIPv6가 P-HMIPv6보다 전체 네트워크 트래픽을 감소시킨다.



[그림5] [MAP,3] 페이징 비교

5. 결론

본 논문은 HMIPv6과 페이징 기술에 대해 간략히 살펴보고, HMIPv6 환경에서 페이징 기술을 적용시킨 P-HMIPv6의 문제점을 파악하여 이를 보완한 MP-HMIPv6를 제안하였다. P-HMIPv6는 기존 페이징 방법처럼 따로 페이징 영역을 관리하지 않고, MAP에서 MN가 속한 라우터까지의 거리(Dist)를 계산하여, MAP주소와 Dist로 페이징 영역을 설정해 줌으로써 프로토콜을 간단화하였다. 하지만 페이징 요청 메시지를 보낼 때 전 영역으로 보냄으로써 네트워크 트래픽을 증가시켰다. MP-HMIPv6에서는 P-HMIPv6과 같이 페이징 영역은 MAP주소와 Dist 정보로 구분하지만, 페이징 요청 메시지를 보낼 때 MAP의 바인딩 캐시를 조회하여 Dist 정보와 같은 LCoA에게로만 메시지를 보냄으로써 전체 네트워크 트래픽을 감소시켰다.

앞으로 시뮬레이션을 통하여 P-HMIPv6와 MP-HMIPv6 사이의 전체 네트워크 트래픽이 얼마만큼 감소했는지 정확한 성능평가가 필요하겠다.

참고 문헌

[1] <http://www.ietf.org/html.charters/mip6-charter.html>
 [2] Hesham Soliman, "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management (HMIPv6)", IETF internet draft <draft-ietf-mipshop-hmipv6-01.txt>, February, 2004
 [3] 이준섭, "페이징 서비스를 위한 HMIPv6의 확장 : P-HMIPv6", 한국해양정보통신학회 03 춘계종합학술대회, 222-225쪽, 2003
 [4] B.Sarikaya, "Mobile IPv6 Regional Paging", IETF internet draft <draft-sarikaya-mobileip-hmipv6rp-00.txt>, November 2000
 [5] X. ZHANG, "P-MIP: Paging Extensions for Mobile IP", Mobile Networks and Applications, July 2002
 [6] R.Ramjee "IP paging Service for Mobile Hosts", ACM SIGMOBILE, 2001
 [7] D. Jonhson, "Mobility Support in IPv6", IETF internet draft <draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt>, June 30, 2003