

단말에 투명성 있는 PMIPv6 도메인 간 로밍 방안

박수창[○] 최영환 이의신 우부재 김상하

충남 대학교 컴퓨터 공학과

{winter[○], yhchoi, eslee, yufc}@cclab.cnu.ac.kr and shkim@cnu.ac.kr

Node-Transparent Roaming between PMIPv6 Networks

Soochang Park[○] Younghwan Choi Euisin Lee Fucal Yu Sang-Ha Kim

Department of Computer Engineering, Chungnam National University

요 약

한 접속망 (Access Network) 내에서 이동 노드의 이동성을 지원하는 협력 이동성에 대한 많은 연구가 진행되었다. 최근, 이동 노드에 이동성 프로토콜 스택의 탑재 없이도 협력 이동성을 지원하는 연구 즉, 이동 노드에 투명한 협력 이동성 연구인 Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6)가 IETF NetLMM WG에서 표준화가 진행되고 있다. 현재 3GPP, WiMAX 등의 이동통신 표준화 단체들은 PMIPv6를 이동통신 접속망을 위한 표준 이동성으로 채택하고 있다. 즉, 이러한 차세대 이동망 구조를 채택하는 통신 사업자들은 PMIPv6의 이동성을 채택할 것이다. 따라서, 이러한 이동통신 사업자들간의 이동성인 로밍도 PMIPv6를 그 골간으로 하게 될 것이다. 향후 이동통신 시장은 다양한 이동통신 사업자들이 자유롭게 경쟁하는 구조를 가질 것이며, 이들간 로밍이 빈번하게 이루어질 것으로 예상된다. 하지만, 현재 PMIPv6간의 이동성인 로밍은 구체적인 표준화 과정이 진행되고 있지 않으며, 광역 이동성을 위한 MIPv6 채택을 고려하고 있다. 즉, 로밍을 하기 위해서는 PMIPv6로의 이동임에도 불구하고 이동 노드에 MIPv6 스택을 요구한다. 본 논문에서는 PMIPv6를 채택하는 이동 사업자들간의 이동성인 로밍의 경우 이동 노드에 특별한 이동성 프로토콜 스택을 탑재하지 않은 이동 노드에 투명한 로밍 방안을 제시한다.

1. 서 론

현재 대부분 IP 기반 이동성 지원 방안들은 단말에 이동성 지원을 위한 추가적인 프로토콜 스택을 요구한다 [1][2][3]. 그리고 단말은 이동을 스스로 인식하고 스택을 통하여 이동성 제어에 직접적으로 참여한다. 이러한 특성은 단말에는 스택의 복잡성 그리고 망에는 보안문제를 야기 시킨다 [6]. 최근 이러한 문제를 해결한 동성 제어 방안에 대한 연구가 IETF NetLMM WG에서 Proxy Mobile IPv6 (PMIPv6) [7]로 활발히 이루어지고 있다. PMIPv6는 추가적인 스택의 요구 없이 IP만을 가진 단말에 이동에 대한 인식 없는 투명성 있는 핸드오버를 제공한다. 단말의 이동에 대한 제어는 망을 구성하는 라우터들 간 시그널링을 통하여 이루어진다.

현재 3GPP, WiMAX 등의 이동통신 표준화 단체들에서 이 PMIPv6를 IP 이동성 제어 기술로 채택하고 표준화를 진행하고 있다 [4][5]. 다시 말하면, 미래에는 모든 이동통신 망의 서비스 제공자들은 PMIPv6이 가능한 망을 채택하게 될 것이다. 이러한 환경은 향후 이동통신 망에서 단말의 이동에 대한 다양한 이슈들이 PMIPv6 프로토콜에서 지원되어야 함을 의미한다. 이동통신 망에서 단말의 이동에 대한 이슈들 중 가장 중요한 하나는 사업자간 이동성 지원인 로밍이다. 로밍은 단말의 사업자 간 이동에 대해서도

자신이 속한 사업자 망에 있는 것과 같이 투명성 있고 끊임 없이 서비스를 제공하는 것을 의미한다. 그래서 로밍의 제공은 사업자들 입장에서 자신의 사용자에게 상대 사업자가 커버하는 영역까지 서비스 영역을 확장하여 서비스를 제공할 수 있기 때문에 이동통신 서비스에 필수적인 요구사항이다. 그러므로 PMIPv6 도메인 간 로밍 즉 PMIPv6 도메인간 단말의 이동성 지원에 대한 방안이 반드시 필요 된다.

그러나 현재까지 제안된 이 PMIPv6 도메인 간 로밍을 위한 방안들은 단말에 추가적으로 MIPv6 스택을 요구한다 [7][8]. 이는 단말이 이동시에 이동을 감지하여 새로이 IP 주소를 할당 받고 이동성 제어에 참여하여야 함을 의미한다. 그래서 이러한 방안들은 PMIPv6 프로토콜이 갖는 장점을 제공하지 못하고 이전 호스트 기반 이동성 지원 방안의 문제점을 그대로 가져온다. 다시 말하면, 이들 방안들은 향후 이동통신 사업자 간 로밍시에 사업자는 사용자에게 투명성 있고 끊임 없는 서비스 제공을 할 수 없다. 그러므로 본 논문에서는 PMIPv6 도메인 간 로밍을 위한 투명성 있고 끊임 없는 이동성 제어 방안을 제안한다. 제안 방안에서 IP만을 갖은 단말의 이동은 PMIPv6 도메인 안 핸드오버와 같이 액세스 망의 라우터들로부터 관리된다. 단말이 다른 PMIPv6으로 이동할 경우 새로운 도메인의 액세스 라우터는 단말의 홈 도메인에 대신 루트 등록을

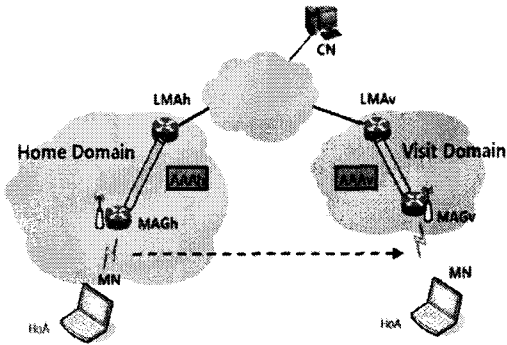


그림 1. PMIPv6 도메인 간 로밍

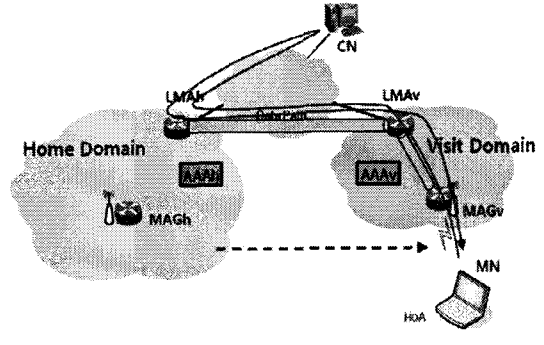


그림 2. 로밍을 위한 연속 터널링 방안 개요

수행한다. 또한 홈 도메인으로부터 단말의 홈망 주소를 제공받아 자신이 단말의 그 주소를 RA를 수행하여 단말이 계속 홈망에 연결되어 있는 것으로 인식하게 한다. 제안 방안은 단말의 PMIPv6 도메인 간 이동을 PMIPv6 도메인 안 이동과 같이 투명성 있고 끊임 없이 지원할 수 있다. 이러한 제안 방안에 대한 주요 가정들과 자세한 운용 절차들에 대해 3장에서 설명할 것이다.

이 후 논문 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대하여 간단히 알아본다. 3장에서는 제안 방안에 대하여 자세히 설명하고, 4장에서는 결론과 향후 연구에 대하여 설명한다.

2. 관련 연구

PMIPv6 (Proxy Mobile IPv6)[7]는 MN에 투명한 협역 이동을 제공하기 위하여 망을 구성하는 라우터들 간 시그널링을 수행한다. 구성요소로는 MAG (Mobile Access Gateway), LMA (Local Mobility Anchor), AAA (Access Access Authentication) 이 있다. MAG는 MN의 접근을 감지하여 MN의 ID를 통하여 사용자 인증을 AAA에 요청한다. AAA는 MN이 허가된 사용자이면 인증 응답을 수행하고 해당하는 LMA주소를 MAG에게 전달한다. 그러면 MAG는 LMA에 MN의 ID와 자신의 주소를 통하여 PBU (Proxy Bind Update)를 수행한다. LMA가 이 PBU 메시지를 받으면 MN에 대하여 MAG의 주소를 등록하고 MN에 할당할 Home Network Prefix를 PBA (Proxy Binding Advertisement) 메시지를 통하여 전달한다. 이때 MAG와 LMA간 MN에 대한 데이터 전달을 위한 양방향 터널이 형성된다. 만약, MN이 새로운 MAG영역으로 이동하게 되면 새로운 MAG는 MN의 접근을 인식하고 MN의 ID를 통하여 다시 AAA와 인증 과정을 거친 후 해당 하는 그 LMA에 다시 PBU를 수행한다. LMA는 MN에 해당하는 MAG의 주소를 변경하고 다시 PBA를 전달하여 새로운 MAG가 MN의 Home Network Prefix를 알게끔 한다. 이때 새로운 MAG와 LMA간에는 다시 양방향 터널이 형성되고

MAG는 MN에 Home Network Prefix를 RA (Router Advertisement)를 통하여 계속 홈망 안에 있는 것처럼 가장한다. 이렇게 MN은 PMIPv6 도메인 안에서 MAG들의 이동을 투명하게 지원받는다.

[8]에서는 PMIPv6 도메인 간 이동에 대한 방안에 대하여 두 가지 시나리오로 설명하고 있다. 첫 번째는 MN이 외부에서 PMIPv6 도메인 안으로 이동해온 경우이다. MIPv6는 광역 이동을 지원하고 PMIPv6는 협역 이동을 지원할 때 MN은 첫 PMIPv6 도메인 안에서 받은 주소를 MIPv6의 CoA로써 HA에 등록한다. 그리고 MN은 그 PMIPv6 도메인 안에서는 CoA주소의 변화 없이 이동한다. 만약 새로운 PMIPv6 도메인으로 이동하면 새로운 주소를 할당 받게 되고 이 주소를 다시 HA에 새로운 CoA로써 등록한다. 그러나 이러한 PMIPv6 도메인간 이동 시나리오는 MN이 반드시 MIPv6를 가져야만 MIPv6 없이 MN 이동을 지원하는 PMIPv6 도메인 간 이동을 지원받을 수 있는 모순을 갖는다. 또한 PMIPv6 도메인이 바뀌게 되면 매번 MN이 새로운 주소를 할당 받아야 하므로 세션의 연속성을 지원하지 못한다. MIPv6 도메인간 이동에 대한 두 번째 시나리오는 MN 이 MIPv6 도메인이 홈망인 경우이다. MN은 PMIPv6 프로토콜에 따라 LMA로부터 자신의 Home Network Prefix를 할당 받은 MAG의 RA를 통하여 주소를 생성한다. 그리고 이 주소를 통하여 이 PMIPv6 도메인 안에서 이동 중에도 끊임 없이 서비스를 제공받는다. 그런 후 MN이 다른 PMIPv6 도메인으로 이동하게 되면 MN은 그 PMIPv6 도메인으로부터 주소를 새로 할당 받고 그 주소를 MIPv6의 CoA로써 이전 PMIPv6 도메인의 LMA에 등록한다. 즉, 이 경우 또한 PMIPv6 도메인 간 이동에 대하여 MIPv6를 요구하게 되어 MIPv6를 탑재하지 않은 단말들에 대해서는 PMIPv6 이동에 대해서 지원을 하지 못하는 문제점이 존재한다.

그러므로 본 논문에서는 MIPv6를 탑재하지 않은 MN의 이동을 지원하는 PMIPv6 도메인 간 이동에 MN에 투명하게 지원하는 방안을 제안한다.

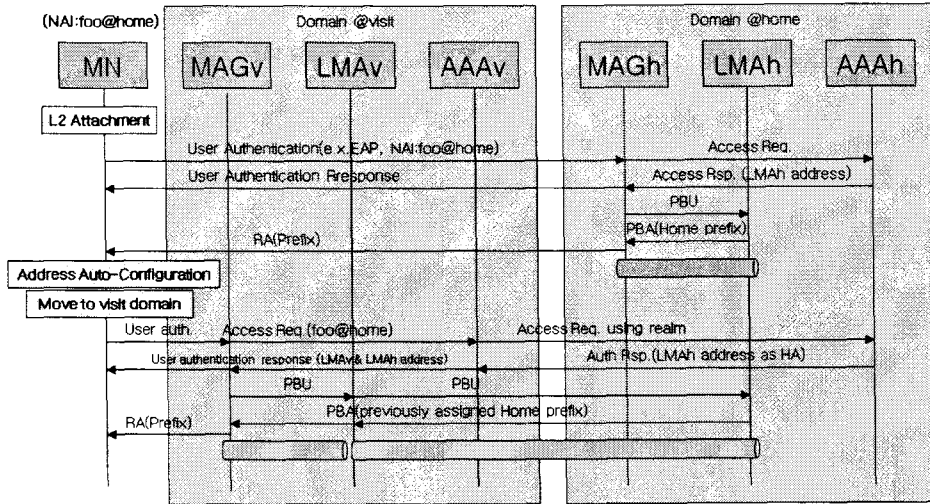


그림 3. 로밍을 위한 제어 흐름

3. 제안 로밍 방안

이번 장에서는 서로 다른 PMIPv6 도메인 간 호스트 이동을 지원하기 위한 방안에 대하여 설명한다. 같은 PMIPv6 도메인 안에서 이동을 지역 이동성(Local Mobility)라 정의되고 도메인 간 이동은 광역 이동성(Global Mobility)로 정의되므로 이러한 환경에서의 이동성 지원을 위해서는 광역 이동성 지원 프로토콜인 MIPv6를 사용하여야 한다. 하지만 IPv6 프로토콜 스택만을 가진 호스트가 MIPv6가 필요하지 않는 PMIPv6 도메인들 사이를 이동하였을 경우에 이동성을 지원받지 못한다는 것은 명백한 문제점이다. 그러므로 이번 장에서는 서로 다른 PMIPv6 도메인 간 호스트 이동을 지원하기 위한 Roaming 메커니즘에 대하여 제안한다.

3.1 가정과 개요

그림 1에서 보듯이 PMIPv6 도메인 간 Roaming은 다음과 같은 환경을 의미한다. MN이 Home 도메인에서 자신의 Home Network Prefix를 받아서 HoA를 구성하고 도메인 안에서 이동하면서 같은 주소로써 데이터를 전달 받는다. 그리고 MN이 Visit 도메인으로 이동하였을 경우에도 PMIPv6안에 있는 경우이므로 같은 HoA를 통해서 세션의 끊김 없이 데이터를 계속 전달 받는다. 이러한 Roaming 기술을 위한 가정들은 다음과 같다.

- PMIPv6 도메인 간 계약에 의해서 인증 DB인 AAA에 서로의 호스트들에 대하여 인증요청과 인증확인을 할 수 있다.
- 인증에 사용되는 MN의 ID 즉, NAI (Network Access Identification)은 도메인의 이메일 주소 등이 될 수 있다.

- 인증에 사용되는 프로토콜로는 EAP and RADIUS (or Diameter)등이 있을 수 있다.
- 연차적인 터널이 생성될 수 있다.

이러한 가정하에서 도메인 간 Roaming을 위해 즉, 같은 HoA 주소를 통하여 MAGv를 통해서 데이터를 계속적으로 전달 받기 위해서는 LMAv와 LMAh 간 터널이 생성되어야 하고 또한 MAGv가 HoA를 생성한 Home Network Prefix를 알 수 있어야 한다. 이러한 정보를 얻기 위하여 제안하는 방안에서는 AAAv에 MAGv가 MN에 대하여 인증을 요청할 때 AAAv는 MN이 AAAh의 호스트임을 알고 AAAh로 인증을 추가적으로 요청하여 LMAh의 주소를 얻을 수 있다. 그림 2는 통신이 이루어지는 상황에 대한 터널 형성과 데이터 흐름에 대하여 간단히 보이고 있다. 자세한 제어 흐름과 데이터 흐름에 대한 설명은 다음 소절에서 설명한다.

3.2 로밍 제어 흐름

도메인 간 Roaming을 지원하기 위하여 제안하는 방안의 MN의 이동에 따른 제어 흐름은 그림 3과 같은 순서를 따른다.

MN은 home 도메인에서 자신의 ID를 통하여 MAGh에 인증 요청을 한다. 이 인증은 L2접근을 통하여 시작된다. MAGh는 MN의 ID (foo@home)을 AAAh에 인증요청을 수행한다. AAAh는 MN이 허가된 호스트로 인증되면 해당하는 LMAh의 주소를 MAGh에 전달한다. MAGh는 MN의 HA에 해당하는 LMAh에 PBU (Proxy Binding Update)를 MN의 ID와 자신의 주소를 통하여 수행한다. LMAh는 MN에 대하여 MAGh의 주소를 등록하고 해당하는 Home Network Prefix를 MAGh에 PBA (Proxy Binding Advertisement)를 통하여 전달한다.

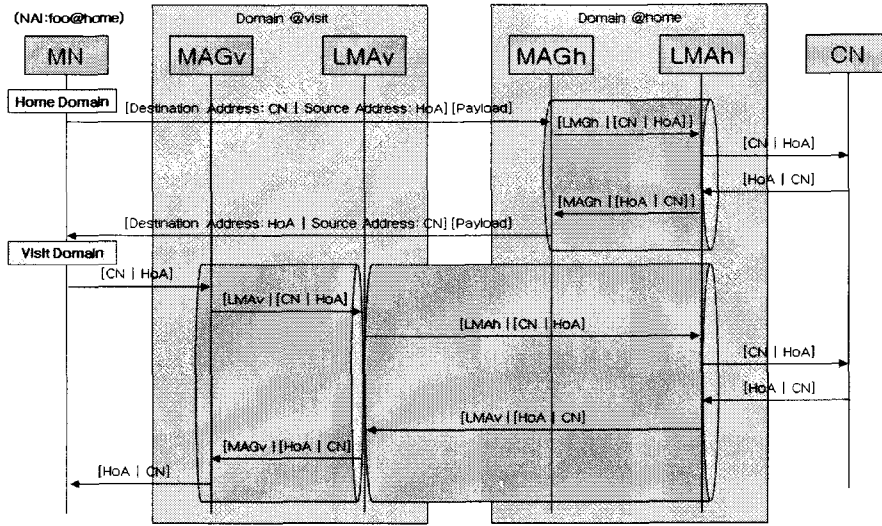


그림 4. 로밍을 위한 데이터 흐름

MAGh가 PBA를 받으면 LMAh와 MAGh간 MN에 대한 양방향 터널이 생성된다. MAGh는 LMAh로부터 받은 Home Network Prefix를 해당 MN에 대하여 등록하고 이를 자신의 주소인양 MN에게 RA (Router Advertisement)를 수행한다. MN은 RA를 통하여 받은 Prefix를 통하여 HoA를 자가 구성한다. MN은 형성된 HoA를 통하여 그리고 생성된 터널을 통하여 데이터를 전달하고 전달 받는다.

MN이 이동하여 Visit 도메인으로 이동하여 Home 도메인과 통신할 수 없는 상황이 되면 MN은 L2 접근을 통하여 인증요청을 다시 수행한다. MN의 인증요청을 받은 MAGv는 AAAv에 인증요청을 수행하고 AAAv는 MN이 home 도메인의 호스트임을 알고 있으므로 인증을 한 후 AAAh에 다시 인증요청을 한다. AAAh는 MN에 대한 인증 후 해당 LMAh의 주소를 AAAv에 전달한다. AAAv는 MN에 대한 LMAv의 주소와 AAAh로부터 받은 LMAh의 주소를 둘다 MAGv에 전달한다.

MAGv는 LMAv에 MN의 ID와 자신의 주소 그리고 LMAh의 주소를 함께 PBU로 전달한다. LMAv는 MN에 대하여 MAGv의 주소를 등록하고 LMAh에 자신의 주소와 MN의 ID를 통하여 PBU를 수행한다. LMAh는 MN에 대하여 이전의 터널을 제거하고 LMAv로의 터널을 재생성한다. 또한 MN에 해당하는 Home Network Prefix를 LMAv에 전달한다. LMAv는 받은 Home Network Prefix를 등록하고 MAGv에 PBA로 그 Prefix를 전달한다. MAGv는 MN에 대하여 Home Network Prefix를 등록하고 RA를 수행한다.

그러므로 MN은 계속 자신이 Home망 안에 있는 것으로 여기면서 데이터를 지속적으로 전달받을 수 있다.

3.3 로밍 데이터 흐름

MN과 CN간의 데이터의 흐름은 그림 4에서 보듯이 양방향 터널들 즉, MAGv와 LMAv 간 그리고 LMAv와 LMAh 간에 생성된 연차적인 터널들을 통하여 이루어진다.

MN으로부터 데이터를 받은 MAGv는 LMAv에 자신의 LMAv의 주소를 추가하여 캡슐화하여 보내고 LMAv는 받은 데이터를 디터널링 후 LMAh의 주소로 다시 캡슐화 한후 LMAh에 보내게 된다. 그러면 LMAh는 자신의 주소로 온 데이터를 디터널링 후 CN에 정상적인 데이터 즉 목적지 주소가 CN인 데이터를 전달하게 된다. CN으로부터의 데이터는 LMAh에서 LMAv의 주소로 터널링하고 LMAv는 자신의 주소를 디터널링한 후 MAGv의 주소를 통하여 터널링하여 MAGv가 MN에 정상적인 데이터를 전달하는 과정을 통하여 전달된다. 이러한 연속 터널을 통해서 MN은 PMIPv6 도메인 간 이동에서도 주소의 변화 및 이동에 대한 인지, 이동성 프로토콜의 요구 없이 투명성 있게 로밍을 지원받을 수 있다.

하지만 제안된 방안은 LMAv에서 CN으로 직접 데이터를 전달할 수 있음에도 LMAh를 통하여만 전달한다. 또한 CN이 PMIPv6 도메인의 호스트일 경우 직접 LMAv로 데이터를 전달 받을 수 있는 경로 최적화에 대한 연구이슈를 남기고 있다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 PMIPv6 도메인 간 이동 즉, 로밍을 위한 방안에 대해 제시하였다. 제안 방안은 PMIPv6 프로토콜의 특성을 살려 단말에 투명한 이동성 지원을 제공한다. 단말에 투명한 로밍 지원이란 단말에 이동성 지원 프로토콜의 요구 없이 망 기반으로 단말의 도메인

간 이동을 지원하는 방안을 의미한다. 향후 이동통신 사업자들과 무선 인터넷 사업자들이 PMIPv6를 지원 가능한 망으로의 진화가 마무리 되었을 경우 PMIPv6 도메인 간 로밍은 매우 빈번히 발생할 것으로 예상된다. 그러므로 이 단말에 투명한 로밍의 지원 방안은 매우 필요 될 것이다.

향후 연구는 위에서도 밝혔듯이 MN이 다른 PMIPv6 도메인으로 이동한 후 데이터 전달에 대한 경로 최적화에 대한 요구를 해결하고자 한다. 이는 차후 논문을 통하여 지원 방안을 제안할 것이다.

참고 문헌

- [1] D. Johnson *et al.*, "Mobility Support in IPv6," RFC 3775, 2004.
- [2] 3GPP TR 23.882 v1.9.0, "3rd Generation Partnership Project: Technical Specification Group Services and System Aspects: 3GPP System Architecture Evolution: Report on Technical Options and Conclusions (Release 7)," 3GPP, 2007.
- [3] NWG_R1.0.0 - Stage-2 - Part 2, "Network Working Group_World Interoperability for Microwave Access(WiMAX) Forum Network Architecture - Stage 2 Part 2 - Release 1.0.0," 2007, pp. 84-96
- [4] H. Soliman *et al.*, "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6)," RFC 4140, 2005.
- [5] R. Koodli *et al.*, "Fast Handovers for Mobile IPv6," RFC 4068, 2005.
- [6] J. Kempf *et al.*, "Problem Statement for Network-Based Localized Mobility Management (NETLMM)," RFC 4830, 2007.
- [7] S. Gundavelli *et al.*, "Proxy Mobile IPv6," IETF, draft-ietf-netlmm-proxymip6-01, Work in progress, June 2007.
- [8] V. Devarapalli *et al.*, "Proxy Mobile IPv6 and Mobile IPv6 interworking," draft-devarapalli-netlmm-pmip6-mip6-01, Work in progress, April 2007.