

MIPv6와 PMIPv6의 상호연동에 관한 연구

한병진, 이종혁, 정태명
성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과
e-mail:{bjhan, jhlee, tmchung}@imtl.skku.ac.kr

A Study on Interaction between MIPv6 and PMIPv6

Byung-Jin Han, Jong-Hyouk Lee, Tai-Myoung Chung
Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

최근 WiBro, HSDPA 등의 무선 네트워크 기술의 급격한 발달과 휴대용 기기의 놀라운 성능향상으로 인해 이동 중에도 네트워크 연결성을 잃지 않기 위한 기술이 요구 되고 있다. 이러한 요구사항을 위한 IP 계층에서의 해결책을 보인 기술이 Mobile IP이다. Mobile IP 기술에는 호스트 기반의 이동성을 제공하는 MIPv6, FMIPv6, HMIPv6 등의 기술과 네트워크 기반의 이동성을 제공하는 PMIPv6 등이 IETF에서 RFC와 드래프트 문서를 통해 제시되었다. 각각의 네트워크 도메인은 이러한 이동성 관리 기술을 채택하여 이동성을 제공하는데 각 기술 간의 상호연동에 있어 몇 가지 문제점이 있다. 본 논문은 호스트 기반 이동성 관리 기술의 대표인 MIPv6와 네트워크 기반 이동성 관리 기술인 PMIPv6 간의 상호연동을 위하여 PMIPv6 네트워크를 식별하기 위한 새로운 방안을 제시하고 MIPv6와 PMIPv6가 상호연동하는 시나리오를 제시한다. 본 논문이 제안한 새로운 PMIPv6 Indication 방법과 시나리오는 이동 기기가 다양한 특성을 지닌 도메인 간을 로밍할 때 효율적으로 상호연동할 수 있다.

1. 서론

최근 Wi-Fi로 대표되던 무선 네트워크 기술은 WiBro와 HSDPA의 등장으로 더 넓은 대역폭을 제공하고 빠른 속도의 이동 중에도 통신의 질을 보장 할 수 있게 되었다. 한편 휴대용 통신기기들은 놀라운 성능향상과 소형화를 이루었다. 이는 작은 크기의 휴대용 통신기기를 이용하여 언제 어디서나 멀티미디어를 비롯한 각종 작업을 가능하게 하였다. 두 기술의 이와 같은 발전은 사용자로 하여금 이동 중에도 네트워크를 이용하여 다양한 작업을 수행하고 끊김 없는 통신을 요구하게 하였다.

하지만 무선 네트워크 기술만으로는 기지국이나 AP(Access Point) 혹은 네트워크 간의 이동에 따른 연결 끊김 현상을 해결할 수 없기 때문에 이를 해결하기 위한 기술들이 연구되어 왔다. 그 중 네트워크 계층인 IP계층에서의 해결책을 보인 기술이 Mobile IP이다[1]. Mobile IP 기술에는 호스트 기반으로 이동성을 제공하는 MIPv6[1], FMIPv6[2], HMIPv6[3]와 같은 기술과 네트워크 기반으로 이동성을 제공하는 PMIPv6[4] 기술이 연구되었다.

Mobile IP에서는 연결 끊김 현상을 해결하기 위해 바인딩(Binding)이라는 개념을 사용한다. 이동하는 호스트인 모바일 노드(MN, Mobile Node)가 새로운 네트워크로 이동하게 되면, 모바일 노드는 새로운 네트워크에 해당하는 프리픽스 정보를 AR(Access Router)가 전송하는 RA

(Router Advertisement)를 이용하여 얻게 되고 이를 통해 새로운 IP주소를 얻게 된다. 이처럼 새로운 네트워크에서는 호스트의 IP주소가 바뀌게 되어 연결 끊김 현상이 나타난다. Mobile IP에서는 모바일 노드의 홈 네트워크에서의 주소(HoA, Home Address)와 새로운 네트워크에서의 주소(CoA, Care-of Address)를 홈 에이전트(HA, Home Agent)에서 서로 바인딩 하여 홈 네트워크에서 사용하던 주소(HoA)로 보낸 패킷을 홈 에이전트가 대신 받아 새로운 주소(CoA)로 포워딩 해준다. 이를 통해 네트워크간의 이동에도 연결이 끊기지 않고 통신할 수 있다.

호스트 기반 IP 계층 이동성을 제공하는 MIPv6, FMIPv6, HMIPv6 등의 기술에서는 모바일 노드가 자신의 이동에 대한 각종 컨트롤 메시지를 주고 받기 위한 소프트웨어 스택(MIPv6 프로토콜 스택)을 가지고 있다. 따라서 호스트가 이동을 하여 다른 네트워크에서 CoA를 얻게 되면 직접 바인딩 업데이트(BU, Binding Update) 메시지를 만들어 홈 에이전트에게 전송하고 그에 따른 바인딩 업데이트 리스트(BUL, Binding Update List)를 유지한다.

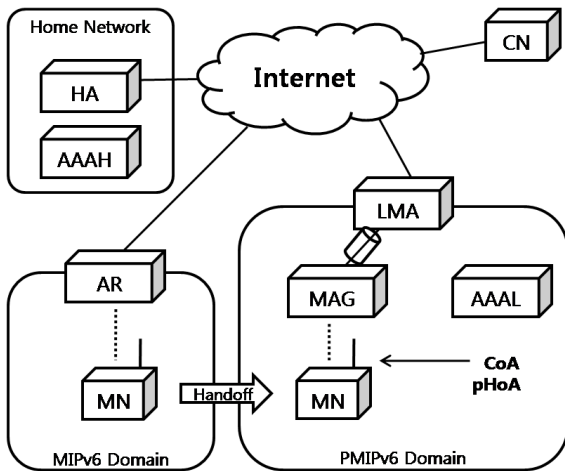
한편, 네트워크 기반 IP 계층 이동성을 제공하는 PMIPv6 기술에서는 모바일 노드의 이동에 따른 각종 컨트롤 메시지를 네트워크 구성요소인 MAG(Mobile Access Gateway)가 담당한다. MAG는 모바일 노드를 대신하여 PMIPv6 도메인에서 모바일 노드의 홈 에이전트 역할을 하는 LMA(Local Mobility Anchor)에게 전송하고 그에 따른 정보를 유지하는 역할을 수행한다. 즉, 호스트 기반인 MIPv6 등은 MIPv6 프로토콜 스택을 탑재하여야 함에 반

본 논문은 보건복지부 보건의료기술진흥사업회 지원에 의하여 이루어진 것임(과제번호: 02-PJ3-PG6-EV08-0001)

해, 네트워크 기반의 PMIPv6 에서는 모바일 노드가 일반적인 호스트 역할만 수행하면 된다.

하지만 이러한 IP 계층 이동성 제공하는 기술들이 각각의 네트워크 도메인마다 다르기 때문에 이 기술들 간에 상호연동에 대한 고려사항이 생긴다. 특히 이동성 제공을 위해 MIPv6 프로토콜 스택을 탑재한 모바일 노드가 PMIPv6를 적용한 네트워크 도메인으로 로밍하여 들어가면, MIPv6 도메인처럼 모바일 노드가 직접 컨트롤 메시지를 전송할 것인지 PMIPv6 도메인처럼 MAG가 컨트롤 메시지를 전송할 것인지에 대한 선택이 필요하다.

이러한 선택을 위해서는 모바일 노드가 이동하여 들어온 새로운 네트워크가 PMIPv6 도메인임을 알려주기 위한 PMIPv6 indication 기법이 필요하게 된다. 하지만 IETF의 NETLMM 워킹그룹에서 제시된 솔루션들은 일방적이거나 현실적이지 못한 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 모바일 노드에게 현재 도메인이 PMIPv6 도메인임을 알리기 위한 새로운 PMIPv6 indication 기법을 제안하고 제안한 방법에 따라 그림 1과 같이 모바일 노드가 MIPv6도메인에서 PMIPv6 도메인으로 로밍하는 시나리오를 만들어 그에 대해 분석한다.



(그림 1) MIPv6와 PMIPv6의 상호연동

본 논문의 2장에서는 기존에 소개된 PMIPv6 도메인임을 알리는 방법들에 대해 살펴보고, 3장에서는 제안하는 방법인 Hybrid PMIP Indication 기법을 소개한다. 4장에서는 제안하는 방법을 이용한 MIPv6와 PMIPv6의 상호연동 시나리오를 제시하고 분석하며 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

Damic은 그의 인터넷 드래프트 문서 “Proxy Mobile IPv6 indication and discovery”를 통해 PMIPv6 indication에 관련된 방안들에 대해 소개하고 있다[5]. 이 장에서는 각 방안들에 대해 간단히 알아보고 각각의 방식의 장단점을 분석한다.

2.1. PMIPv6 indication in the RA

이 방식은 RA 메시지에 담겨진 Flag를 이용하여 해당하는 네트워크가 네트워크 기반의 이동성을 제공하는 PMIPv6 도메인임을 알려주는 방식으로 RFC 5075[6]에 소개된 Flags Expansion option을 RA에 담아 보내는 방식이다. 이 방식은 해당 네트워크가 PMIPv6임을 알려주는 것은 하지만 기존과 다른 메커니즘을 이용하여 도메인의 정보를 알리기 때문에 기존 메커니즘과의 일관성이 떨어지고, 모바일 노드에게는 선택권이 없는 단점이 있다.

2.2. Alternate Prefix Information Option

이 방식은 AR 혹은 MAG가 전송하는 RA 메시지에 담긴 Prefix Information Option[7]을 수정하여 사용하는 방법이다. 원래 이 옵션은 해당 네트워크의 프리픽스 정보를 담아 보내기 위한 옵션인데, 이를 수정하여 Prefix Information Option 부분에 Reserved 필드의 일부분을 프리픽스의 타입으로 지정하여 해당 네트워크의 상황에 맞게 주소를 생성할 수 있다.

RA 메시지를 받은 호스트는 Prefix Option 필드에 담긴 프리픽스를 이용하여 주소를 생성하게 된다. 필드 타입이 MIPv6인 경우는 RA 메시지에 담긴 프리픽스가 일반 IPv6 프리픽스이고 이를 이용해 CoA를 생성한다. 한편 필드 타입이 PMIPv6인 경우는 RA 메시지에 LMA가 할당한 HNP(Home Network Prefix)가 담겨 있어 이를 받은 모바일 노드는 RA 메시지에 담긴 HNP를 이용하여 Proxy Home Address(pHoA)를 생성하여 사용한다.

이 방식은 프리픽스 전달을 위해 원래 사용하던 방식을 약간만 수정하여 일관성을 제공하지만, 역시 모바일 노드가 수동적으로 정보를 받기만 해야 하는 단점이 있다.

2.3. Router Solicitation Client-based Mobility Flag

PMIPv6 환경에서는 MAG가 모바일 노드를 대신하여 LMA에게 PBU(Proxy Binding Update)를 전송한다. 만일 모바일 노드가 PMIPv6 도메인에 들어와서도 직접 이동성 관련 컨트롤 메시지를 전송하는 것을 선호한다면 새로운 방법을 찾아야 한다. Router Solicitation Client-based Mobility Flag 방식은 호스트인 모바일 노드가 컨트롤 메시지 전송방식을 결정하여 요구하는 방식이다. 이 방식은 기존의 RS(Router Solicitation)[7] 메시지에 자신이 직접 컨트롤을 하고 싶다는 비트를 표시하여 보내는 방식이다. 즉, 이와 같은 메시지를 받으면 PMIPv6 도메인에서도 RA 메시지를 통해 일반 IPv6 프리픽스를 보내주어 모바일 노드가 직접 이동성 관련 컨트롤을 할 수 있게 한다.

이 방식은 모바일 노드의 성향에 따라 능동적으로 정보를 받을 수 있는 장점이 있다. 하지만 RS를 보내는 타이밍과 RA 메시지를 받는 타이밍은 상황에 따라 다르기 때문에, RS 메시지를 보내기 전에 원치 않는 방식의 정보를 담은 RA 메시지를 받게 될 수도 있다. 즉, 모바일 노드가 원하는 방식을 항상 적용할 수 없다는 단점이 있다.

3. Hybrid PMIPv6 Indication

이번 장에서는 2장에서 살펴보았던 PMIPv6 indication 방안들의 단점을 극복하기 위하여 Hybrid PMIPv6 Indication 기법을 제안한다. 앞서 살펴보았듯이 RA 메시지를 이용한 방식들에서는 모바일 노드가 해당 네트워크에서 어떠한 기술을 사용하여 이동성을 관리할지에 대한 결정권한이 없다. 한편 RS 메시지를 이용한 방식에서는 모바일 노드가 결정권한을 가지고 있지만 RS 메시지를 보내고 RA 메시지를 받는 시간에 따라 동작이 원활하지 않을 수 있기 때문에 만족스럽지 못한 해결방안이다.

이와 같이 기존의 해결방안을 분석함으로써 다음과 같은 몇 가지의 요구사항을 도출하였다.

- R1. PMIPv6 indication 문제를 해결한다.
- R2. 모바일 노드에 결정권한을 부여한다.
- R3. 기존에 활용하던 메커니즘에 대한 수정을 최소화한다. 즉 새로운 메커니즘에 의한 해결방안은 지양한다.
- R4. 다양한 시간적, 위치적 상황에 강건해야한다.

이와 같은 네 가지의 요구사항에 만족하는 기법을 만들기 위하여 2.2절에 소개된 Alternate Prefix Information Option 기법과 2.3절에 소개된 Router Solicitation Client-based Mobility Flag 기법을 변형 및 조합하여 Hybrid PMIPv6 Indication 기법을 구상하였다.

Hybrid PMIPv6 Indication 기법은 Router Advertisement 메시지의 Prefix Information Option과 Router Solicitation 메시지를 수정한 포맷을 사용하며, 수정된 포맷은 각각 그림 2와 그림 3과 같다.

Type	Length	Prefix Length	L	A	Pr. Type
Valid Lifetime					
Preferred Lifetime					
Reserved					
IPv6 Prefix					

(그림 2) 수정된 Prefix Information Option 포맷

Type	Length	Checksum
Pf. Type	Reserved	
Options		

(그림 3) 수정된 Router Solicitation 메시지 포맷

그림 2에 보인 수정된 Prefix Information Option 포맷은 2.2절에 소개된 Alternate Prefix Information Option 기법에서 제안한 포맷과 같다. 그림 3에 보인 수정된 Router Solicitation 메시지 포맷은 2.3절에 소개한 Router Solicitation Client-based Mobility Flag 기법에 소개된 포맷을 변형한 것으로 그림 2에서와 같이 Prefix Type을 선택

할 수 있는 4비트의 필드를 가지고 있다. 그림 2와 그림 3에 공통적인 Prefix Type 필드에 대한 설명은 다음과 같다. 필드 값은 추가 혹은 변경 될 수 있다.

- Prefix Type : 4비트의 부호 없는 필드, 프리픽스의 타입을 식별할 수 있는 값을 사용
- '0' : 단일 홉 거리의 AR에게 할당된 링크의 IPv6 프리픽스
- '1' : LMA에 의해 할당되는 PMIPv6 프리픽스

제안하는 Hybrid PMIPv6 Indication 기법의 동작과정은 다음과 같으며 그림 1과 같은 환경에서 동작한다.

- P1. 모바일 노드가 PMIPv6 도메인으로 들어오면 MAG는 모바일 노드를 인증한 후, AAA로부터 모바일 노드가 선호하는 이동성 관리기법에 대한 정보를 얻어온다. 1) 그 정보가 만일 PMIPv6 라면 MAG는 모바일 노드를 대신하여 PBU를 수행한다. 그 결과 LMA로부터 모바일 노드를 위한 HNP를 얻어오게 되고 이를 그림 2의 수정된 RA를 이용 Prefix Type을 '1'로 하여 모바일 노드에게 전송하고 이후는 P2 과정을 따른다. 2) 만일 선호하는 기법이 MIPv6 라면 수정된 RA에 IPv6 Prefix를 담아 Prefix Type을 '0'으로 하여 모바일 노드에게 전송하고 이후는 P3 과정을 따른다. 3) 만일 AAA에 선호기법에 대한 정보가 없는 경우 PMIPv6 Type인 '1'을 default로 한다.
- P2. 수정된 RA로 Prefix Type '1'인 메시지를 받은 모바일 노드가 1) MIPv6 스택을 가지고 있지 않거나 MIPv6 스택을 가지고 있지만 HMIPv6 환경을 사용하기를 원한다면 그대로 HNP를 이용하여 pHoA를 생성 후 이후의 컨트롤은 네트워크에 맡기는 PMIPv6 환경을 사용하게 되고, 2) MIPv6 스택을 가지고 있고 MIPv6 환경으로 사용하기를 원한다면 수정된 RS에 Prefix Type을 '0'으로 하여 MAG에게 전송한 후 P1 과정을 따른다.
- P3. 수정된 RA로 Prefix Type '0'인 메시지를 받은 모바일 노드가 1) MIPv6 스택을 가지고 MIPv6 기법을 원하면 RA를 이용하여 CoA를 형성하여 직접 BU를 전송하게 되고, 2) MIPv6 스택이 없거나 MIPv6 스택은 있지만 PMIPv6에 의한 처리를 원할 경우 RS에 Prefix Type을 '1'로 하여 MAG에게 보낸 후 P1 과정을 따른다.
- P4. 모바일 노드는 P1 과정과 독립적으로 그림 3의 수정된 RS에 자신이 원하는 타입의 프리픽스 정보를 담아 MAG에 전송 할 수 있다. 이후는 P1 과정을 따른다.
- P5. 모바일 노드가 RS에 담아 보낸 Prefix Type의 정보는 AAA에게 전해져 다음번 MIPv6-PMIPv6 간 상호연동이 필요할 때 참조하게 된다.

RA와 RS는 어느 것이 먼저 전송 될지 예측할 수 없다 하지만, P1, P2, P3로 이어지는 RA가 우선된 경우와 P4의 RS 우선된 경우에 대해 모두 다루었기 때문에 모든 경우에 정확하게 동작한다.

이와 같은 동작과정을 통해 본 논문이 제안하는 Hybrid PMIPv6 Indication 기법을 살펴보았다. 이번 장의 도입 부분에 밝혔던 요구사항을 어떻게 만족시키는지 검증 해보자. 우선 R1 요구사항은 제안하는 기법이 PMIPv6 Indication을 수행하였으므로 만족이다. R2 요구사항은 위의 동작과정에서 살펴보듯이 결정권한을 모바일 노드에게 주었으므로 만족한다. R3 요구사항은 기존 Mobile IP 기법들에 사용되었던 메커니즘에 Reserved 필드만 조금 의미를 바꾸어 사용하였기 때문에 만족한다. 또한 모바일 노드의 선호도, MIPv6 스택의 유무, RA와 RS의 우선도 차이에도 변함없이 동작하므로 R4 요구사항을 만족한다.

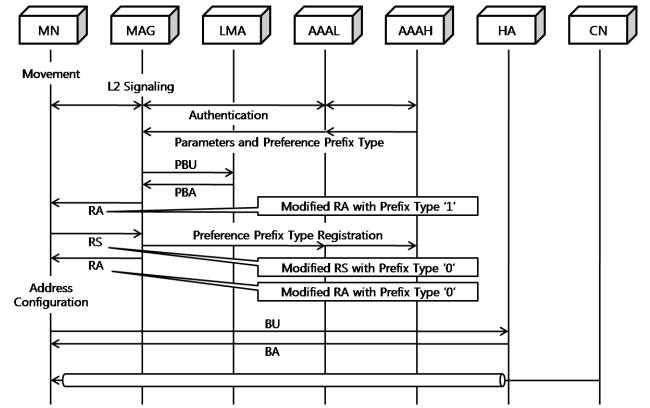
4. MIPv6-PMIPv6 상호연동 시나리오

이번 장에서는 3장에서 제안한 Hybrid PMIPv6 Indication 기법을 이용하여 MIPv6와 PMIPv6가 연동하는 과정을 시나리오를 들어 시퀀스 다이어그램과 함께 제공한다. 본 논문에서는 다음과 같은 시나리오를 고려해 보았다.

- S1. MIPv6 스택을 탑재하지 않은 모바일 노드가 PMIPv6 도메인 내에서 초기화 한 후 도메인 내에서 이동하는 경우.
- S2. MIPv6 스택을 탑재한 모바일 노드가 PMIPv6 도메인에서 초기화 하거나 이동하여 들어와서 기존의 선호하는 관리기법을 선택하는 경우
- S3. MIPv6 스택을 탑재한 모바일 노드가 PMIPv6 도메인에서 초기화 하거나 이동하여 들어와서 기존의 선호기법과 다른 관리기법을 선택하는 경우

시나리오 S1의 경우 모바일노드는 선택의 여지없이 PMIPv6 관리기법으로 관리 받게 된다. 시나리오 S2와 S3은 모바일노드가 기존에 선호하던 이동성 관리 기법을 다시 선택하는가의 차이이다. 그 중 더 복잡한 시나리오는 후자로서 S3의 경우 RA이후 RS를 다시 보내는 과정이 있으며, 그림 4와 같은 시퀀스 다이어그램에 따라 동작하게 된다. 시나리오 S2의 경우 그림 4에서 RS와 그에 대응하는 RA를 제거하면 되며, PMIPv6 기법을 사용하기 때문에 LMA와 MAG 간에 터널이 생기게 된다.

만일 모바일 노드가 RS를 먼저 보내는 경우는 MAG가 첫 RA를 보내기 전에 모바일 노드가 RS를 보내는 상황으로서 MAG는 모바일 노드가 RS를 통해서 요구한 타입의 프리픽스 정보를 담아 RA에 해당 타입을 표시하여 되돌려 보낸다.



(그림 4) 시나리오 S3의 시퀀스 다이어그램

5. 결론

본 논문은 IP계층 이동성을 제공하는 Mobile IP 환경에서 모바일 노드가 호스트 기반 이동성 관리기법인 MIPv6와 네트워크 기반 이동성 관리기법인 PMIPv6를 사용하는 도메인 간을 로밍하게 될 때 필요한 상호작용을 위해 Hybrid PMIPv6 Indication 기법을 제안하였다. 이 기법은 현재 네트워크가 PMIPv6 임을 알리는 역할과 모바일 노드가 원하는 방식으로 이동성을 관리방법을 선택하는 기능을 제공한다. 제안한 기법은 기존의 기법들을 분석하며 뽑아낸 요구사항을 모두 만족하였으며 시나리오와 시퀀스 다이어그램을 통해 활용방법을 제공하였다.

또한 제안하는 기법의 메시지 포맷은 확장성이 있기 때문에 향후 변화하는 네트워크 상황에 대처하여 이동 기기가 다양한 특성을 지닌 도메인 간을 로밍할 때 효율적으로 상호연동 할 수 있도록 한다.

향후 연구과제로 더 많은 시나리오에 대한 분석과 보안 고려사항을 다루고 실질적인 성능평가를 통해 본 기법을 평가할 계획이다.

참고문헌

- [1] D. Johnson et al., "Mobility Support in IPv6", RFC 3775, Jun. 2003.
- [2] R. Koodli, "Fast Handover for Mobile IPv6", RFC 4068, Jul. 2005.
- [3] H. Soliman et al., "Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6)", RFC 4140, Aug. 2005.
- [4] S. Gundavelli et. al, "Proxy Mobile IPv6", draft-ietf-netlmm-proxymip6-11, Feb. 2008.
- [5] D. Damic et al., "Proxy Mobile IPv6 indication and discovery", draft-damic-netlmm-pmip6-ind-discover-03, Feb. 2008.
- [6] B. Harberman et al., "IPv6 Router Advertisement Flags Option", RFC 5075, Nov. 2007.
- [7] T. Narten et al., "Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6) Specification", RFC 4443, Mar. 2006.