

분산형 이동성 관리 표준기술 동향

김지인* 고석주**

스마트폰 사용자의 급격한 증가와 함께 PC 중심의 인터넷은 모바일 중심의 인터넷으로 변화하고 있다. 향후에는 모바일 트래픽이 유선 트래픽의 규모를 훨씬 초과할 것으로 예상된다. 이에 대응하기 위한 기술로써 4G, 5G 등의 이동통신 접속기술과 함께, 대용량 모바일 인터넷 트래픽을 효율적으로 처리하기 위한 분산형 이동성 관리 기술이 주목을 받고 있다. 이에 따라, 인터넷 관련 국제 표준화 기구인 IETF에서는 DMM(Distributed Mobility Management) WG을 통해 분산형 이동성 관리 기술에 대한 표준화 작업을 개시하였다. 본 고에서는 분산형 이동성 관리 기술의 개요에 대하여 알아보고 아울러 IETF에서의 최근 표준화 동향에 대하여 살펴 보고자 한다. ☐

I. 서론

목	차
I.	서론
II.	분산형 이동성 관리 개요
III.	분산형 이동성 관리 표준 기술 동향
IV.	결론

최근 스마트폰 및 태블릿 PC의 활성화로 모바일 인터넷 트래픽이 급증하고 있으며, 이에 따라 모바일 인터넷 트래픽을 효율적으로 처리해 주는 기술이 요구되고 있다. 특히, 스마트폰, 태블릿 PC에서 대용량 멀티미디어 앱(유튜브, 페이스북, 트위터 등)을 즐기는 사용자가 증가함에 따라 모바일 인터넷 트래픽을 효율적으로 분산시키기 위한 ‘분산형 이동성 관리’ 기술의 필요성이 제기되고 있다. [1, 2]

현재 인터넷에서의 이동성 관리 기술은 계층적인 망 구조를 기반으로 하는 ‘중앙 집중형(centralized)’ 방식의 특징을 지니고 있으며, 대표적인 기술로는 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 개발한 Mobile IP(MIP), Proxy Mobile IP(PMIP) 등이 있다. 하지만, 이러한 이동성 관리 기술들은 모두 중앙에 위치한 에이전트(agent)에서 이동 단말의 바인딩(binding)

* 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 박사과정

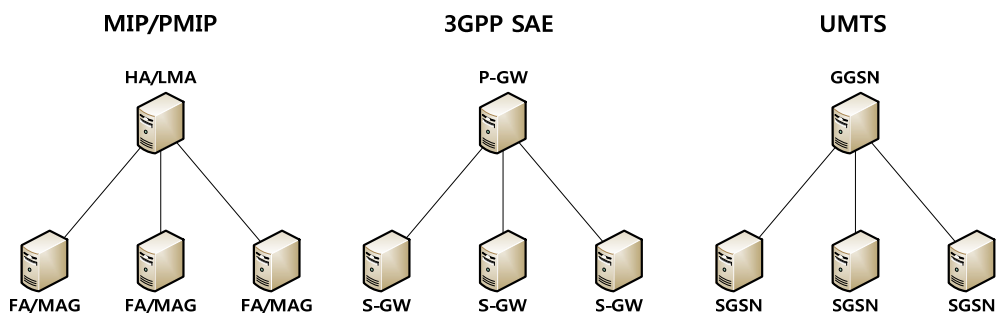
** 경북대학교 IT 대학 컴퓨터학부 교수

정보를 관리하고 데이터 트래픽을 처리하는 특징을 지니고 있다. 이러한 중앙 집중형 방식으로는 급격히 증가하는 모바일 인터넷 트래픽 수요를 감당하기 어렵다. 이에 대응하기 위한 기술로서 IETF 표준 기구에서는 ‘분산형이동성 관리’ 기술에 대한 논의를 시작하였다.

분산형 이동성 관리 기술에 대한 표준화는 DMM(Distributed Mobility Management) WG(Working Group)에서 진행되고 있으며, 해당 WG은 2012년 3월 파리에서 개최된 83차 IETF 회의에서 첫 회의를 가졌다. 본 고에서는 IETF DMM WG 회의에서 발표된 기고문을 토대로 분산형 이동성 관리에 대한 필요성 및 요구사항을 기술하고, 최근에 논의되고 있는 후보 기술들에 대하여 살펴보고자 한다.

II. 분산형 이동성 관리 개요

현재 인터넷 환경에서의 이동성 관리 기술은 계층적인 망 구성을 토대로 ‘중앙 집중형’ 방식을 사용하고 있다. 그림 1은 현재 대표적으로 사용되고 있는 MIP/PMIP, 3GPP SAE, UMTS의 이동성 관리 구조를 보여준다. [3]



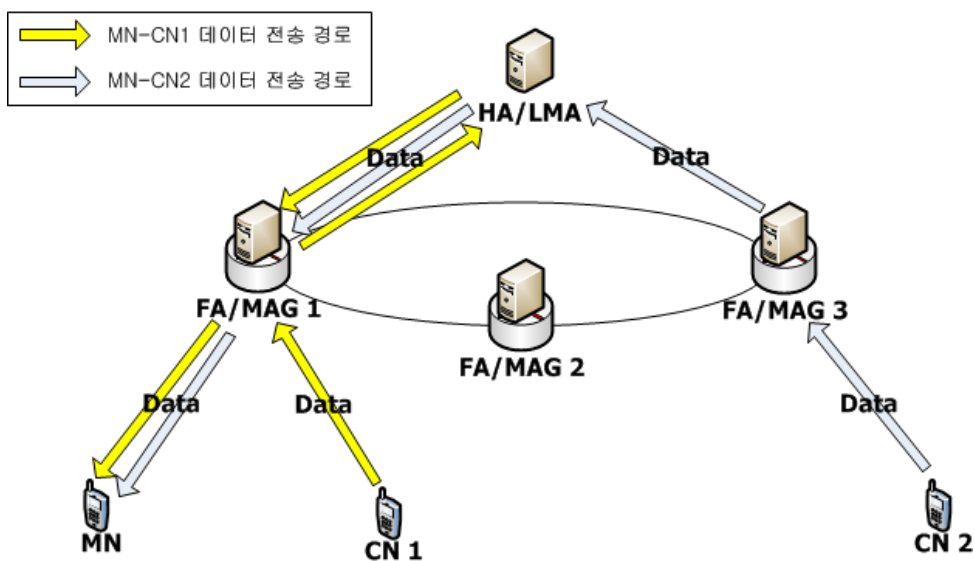
(그림 1) 계층적인 이동성 관리 구조

MIP/PMIP에서는 HA(Home Agent)/LMA(Local Mobility Anchor), 3GPP SAE에서는 PDN-GW(P-GW), UMTS 망에서는 GGSN이 각각 중앙 집중형 에이전트에 해당한다. 이러한 중앙 집중형 이동성 관리 기술은 많은 문제점을 지니고 있다.

1. 기존 중앙 집중형 이동성 관리 기술의 문제점

1) 통신 경로의 비효율성

먼저, 그림 2 에서 보여지듯이 중앙 집중형 이동성 관리 기술은 비최적화된(non-optimal) 통신 경로를 사용하는 비효율성을 지닌다.

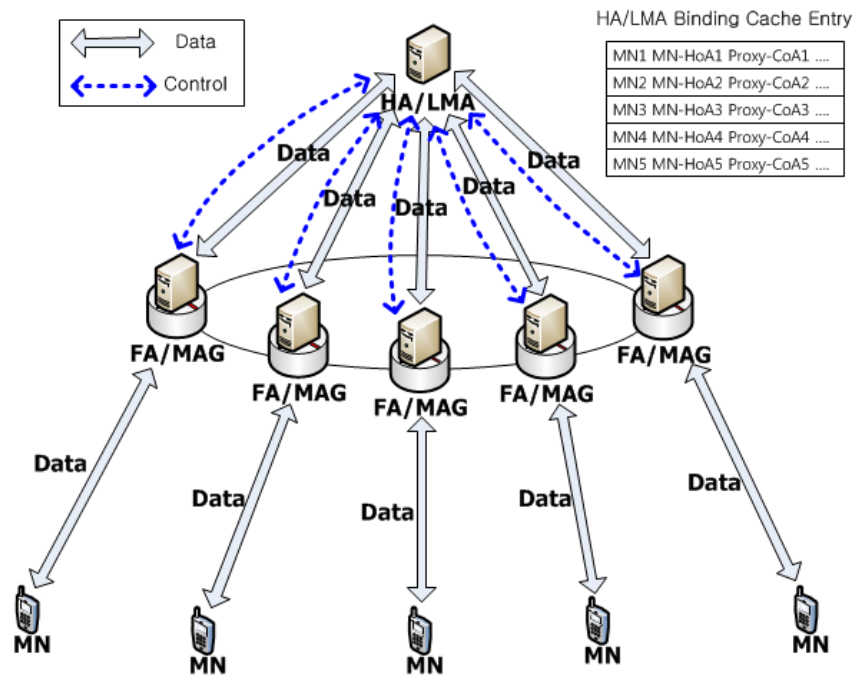


(그림 2) 중앙 집중형 이동성 관리의 문제점: 통신 경로의 비효율성

그림에서 보여지듯이, 이동 단말(MN)과 상대 단말 1(CN1)이 같은 FA(Foreign Agent) 혹은 MAG(Mobile Access Gateway)1 에 속해 있는 경우에 CN1 이 MN 으로 데이터를 전송할 경우, FA/MAG1 를 거친 후 직접 전송 되는 것이 아니라 중앙 집중형 에이전트인 HA/LMA 를 거쳐 다시 FA/MAG1 를 통해 MN 으로 전송된다. 이처럼 FA/MAG 와 HA/LMA 사이를 거치는 비효율적인 경로가 발생하게 된다. 또한, MN 과 상대 단말2(CN2)가 서로 다른 FA/MAG 에 속해 있는 경우에도, CN2에서 MN 으로 데이터를 전송할 경우 FA/MAG3 을 거쳐 HA/LMA 를 거친 후 MN 이 속한 FA/MAG1 을 거친 후 MN 으로 전달된다. 이처럼 FA/MAG1 과 FA/MAG3 사이를 직접적인 경로가 아닌 HA/LMA 를 거치는 통신 경로의 비효율성이 나타나게 되는 문제점이 존재한다.

2) 네트워크 장애

또한, 그림 3 에서와 같이 중앙 집중형 이동성 관리 기술은 네트워크 장애 측면에서도 문제점을 지니고 있다. 그림에서 중앙에 위치한 HA/LMA 로 모든 제어 정보와 데이터 트래픽이 집중하는 것을 알 수 있다. 이 경우 네트워크 장애 혹은 고장에 대한 위험 부담이 커진다. 뿐만 아니라 극단적인 경우 코어 망에 위치하고 있는 HA/LMA 에 이상이 발생하거나 공격을 받을 경우 전체 네트워크의 통신이 마비가 되는 문제점을 가지고 있다.



(그림 3) 중앙 집중형 이동성 관리의 문제점: 네트워크 장애

3) 코어(core) 네트워크의 트래픽 집중화

현재 이동 인터넷 환경에서의 중앙 집중형 이동성 관리 기술은 모든 단말의 트래픽이 코어 네트워크로 집중되므로 트래픽 과부하로 인한 확장성(scalability) 문제가 발생한다. 즉, 대규모의 인터넷 트래픽이 코어 네트워크로 유입됨에 따라 통신 사업자 입장에서는 장비에 대한 투자는 물론이고, 이러한 불필요한 트래픽 처리에 대한 부담이 증가한다. 특히, 스마트폰의 보급으로 인해 트래픽은 더욱 증가하고, 이동통신 접속 기술이 4G, 5G로 진화함에 따라 이러한 현상은 더욱 심화될 것으로 전망된다.

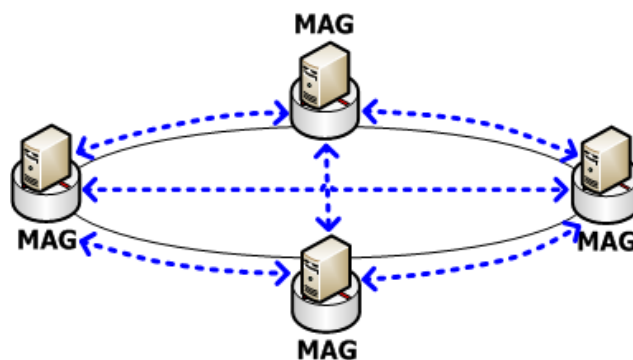
2. 분산형 이동성 관리 기술의 요구 사항

상기한 이동성 관리의 문제점을 해결하기 위하여 최근 IETF 에서는 분산형 이동성 관리 기술에 대한 표준화 작업을 개시하였다. 특히, 향후 모바일 통신망 구조가 계층적 구조에서 수평형(flat) 구조로 진화되고, 모바일 트래픽의 규모가 유선 트래픽의 규모를 능가할 것으로 예상됨에 따라, 모바일 접속망에서도 트래픽 처리 및 제어 기능이 코어망 수준과 동등하게 제공될 것으로 전망하고 있다. 이러한 네트워크 진화 추세에 맞추어 분산형 이동성 관리 기술에서는 ‘ HA/LMA 기능을 각 접속망의 MAG/FA 장비에 분산’ 시키는 개념을 도입하고 있다. 이 절에서는 분산형 이동성 관리 기술의 요구사항에 대하여 살펴본다.

1) 분산형 이동성 지원(distributed mobility support)

이동성을 지원하는 에이전트의 분산을 통해 중앙 집중형 서버를 거치지 않고서도 이동성 기능을 지원할 수 있어야 한다. 이러한 분산형 이동성 관리 구조는 최적화된 경로를 사용하여 네트워크 경로의 비효율성 문제를 해결할 수 있으며, 또한 중앙 집중형 구조보다 확장성 측면에서도 장점을 제공한다. 또한 분산형 구조에서는 이동성 관리 서버를 분산시킴으로써, 하나의 네트워크 서버의 장애로 인해 전체 네트워크의 통신 마비 문제를 효과적으로 해결할 수 있다.

그림 4는 분산형 이동성 관리 구조의 예를 보여준다. 중앙 집중형 서버 없이 각 접속망의 라우터(MAG)에서 이동 단말에 대한 바인딩, 위치 정보 조회 및 데이터 전송 등의 이동성 관리 기능을 수행한다.



(그림 4) 분산형 이동성 관리 구조

2) 동적 이동성 지원(dynamic mobility requirement)

이동 단말 중에서는 실제로는 이동을 하지 않아 이동성 기능이 필요 없는 경우도 있으며, 이러한 경우 일반적인 이동 단말에서 사용하는 이동성 지원 기술을 수행할 경우, 제어 시그널링(signaling) 등 불필요한 네트워크 자원 낭비를 초래한다. 이러한 경우, 이동 단말에 대한 정보를 저장하는 캐쉬(cache)의 타이머(timer)를 일반 이동 단말 보다 길게 조정함으로써, 불필요한 이동성 지원에 대한 네트워크 자원 낭비를 줄일 수 있다.

3) 기술 보급의 용이함(easy deployment)

분산형 이동성 관리 기술은 계층적인 망구조와 분산형 망구조를 모두 지원할 수 있어야 하며, 이를 통해 기술 보급이 용이하게 이루어져야 한다.

현재까지 도출된 분산형 이동성 관리 요구 사항은 위의 세 가지이다. 하지만 표준화 작업이 진행됨에 따라 추가적인 요구사항이 정립될 것으로 전망된다.

III. 분산형 이동성 관리 표준 기술 동향

지난 2010년 11월에 개최된 79차 IETF 중국 북경회의에서는 분산형 이동성 관리 기술에 대한 표준화 추진 준비를 위해 BoF(Birds of Feather) 형태의 회의를 개최하였다. 이와 관련된 다양한 기고서 및 후보 기술들을 논의를 하였으며, 향후 분산형 이동성 관리 기술에 대한 표준화 작업을 MEXT (Mobility EXTensions for IPv6) WG에서 추진하기로 결의하였다. 이에 따라 차기 회의 및 메일링 리스트를 통해서 현행 기술에 대한 문제점 분석 및 분산형 이동성 관리를 위한 시나리오 등에 대한 표준화 작업이 시작되었다.

상기의 선행 작업을 토대로 2011년 11월에 개최된 82차 IETF 대만 타이페이 회의 MEXT WG 회의에서는 ‘분산형 이동성 관리’ 기술에 대한 본격적인 논의가 시작되었다. 대만 회의에서 관련 초안 문서들의 발표가 있었고, 본격적인 ‘분산형 이동성 관리’ 기술의 표준화를 위해 ‘표준화 범위 설정(chartering) 이슈에 대한 논의가 있었다. 하지만, 세부적인 표준화 범위 설정 이슈에서 합의점을 도출하지는 못하였고, 다시 한 번 기본적인 원칙을 확인하는 수준에 그쳤다. 그 기본 원칙은 분산형 이동성 관리 기술의 표준화는 IETF 이동성 관리 프로토콜인 MIP/PMIP를 기반으로 하는 프로토콜 기술로 할 것이며, IPv4는 고려하지 않고 IPv6만을 고려하여 개발하기로 하였으며, 기존의 MEXT

WG을 DMM WG으로 변경하고 회의 후 메일링 리스트를 통해 표준화 범위설정 작업을 수행하였다.

이후 2012년 3월 83차 IETF 프랑스 파리 회의에서 첫 DMM WG 회의를 가졌다. 회의에서는 기본적인 WG 마일스톤(milestone) 점검과 더불어 현재까지 제안되어 있는 초안 문서들에 대한 발표가 있었다. 회의에서는 새로운 구조의 제안, 비교, 분석과 새로운 제안과 프로토콜 기술, 주소 확장, 기존 PMIPv6 기술의 확장 및 성능 향상을 주제로 각각 20~40분 간의 초안 발표 및 토의가 있었다. 그리고 회의장에서 별도의 시간을 마련하여 현재 발표되어 있는 초안 기술에 대한 시연 또한 진행이 되었다. [3~19]

이번 회의에서는 이례적으로 발표된 초안 문서의 수가 17개였으며, 이를 각기 5개의 기술 분류로 분류하여 회의를 진행하였다. 각 기술 분류 별로 발표를 하였으며, 각 발표 및 토의에 대한 주요 내용을 정리하면 다음과 같다.

1. 요구사항 및 구조 제안

DMM 요구사항과 제공 구조에 대한 논의 문서는 다음과 같다. 먼저, draft-chan-dmm-requirements[3] 문서에서는 현재 중앙 집중형 방식의 문제점에 대하여 토의가 있었고, 이를 토대로 DMM 요구사항에 대하여 정리하였다. draft-chan-dmm-architectures[4] 문서에서는 DMM 기능을 위치 관리(location management), 경로 설정(routing) 및 HoA 할당 기능으로 구분하였고, 제어 평면과 데이터 평면을 분리하여 최적화된 경로를 제공하는 방안을 제안하였다.

다음으로 draft-patil-dmm-issues-and-approaches2dmm[5] 문서에는 중앙 집중형 구조의 문제점과 분산형 구조를 비교하고, DMM 요구사항으로 기존의 이동 단말의 변화를 최소한으로 할 것을 제안하였다. 그리고 향후에 개발될 프로토콜은 호스트 기반 방식과 네트워크 기반 방식 모두 지원할 것으로 제안하였다. 또한, 모든 트래픽이 HA/LMA와 같은 에이전트를 거치지 않고, 필요한 경우에만 에이전트를 거치는 방안을 논의하였다.

한편, draft-liu-dmm-dynamic-anchor-discussion[6] 문서에는 분산형 이동성 관리 기술을 위해서는 세션 관리와 주소 선택이 반드시 필요하고, 기술의 원활한 보급을 위해서는 IPv4도 고려를 해야 함을 제안하였다. draft-perkins-dmm-matrix[7] 문서에는 분산형 이동성 관리를 위해 기존의 이동성 프로토콜에 대한 재보급 및 확장에 대하여 논의하고 있다.

2. 새로운 제안 기법

세부적인 DMM 구조를 위해 draft-seite-dmm-dma[8], draft-liebsch-mext-dmm-phl[9], draft-mccann-dmm-flatarch[10] 문서들이 발표되었다. 제안 방식들은 기본적으로는 이동 단말과 이동 단말의 네트워크 계층 접속 지점(PoA: Point-of-Attachment)이 이동 단말에 가깝다는 전제를 하고 있다. PoA 에서 동적인 주소 할당이 이루어지고 새로운 세션은 가장 최근에 할당된 주소를 사용하고 동적인 이동성 관리 기술을 제안하고 있다. 하지만 각 방식 별로 주소 할당 방식과 이동 단말의 주소 저장 방식, 이동성 관리 기술에 있어서는 약간씩 다르다. 또한, 경로 설정 과정도 조금씩 차이점이 있다. 제안 방식 모두 기존의 MIP 혹은 PMIP 프로토콜을 기반으로 제안되었다.

3. 주소 할당

DMM 지원을 위한 주소 할당 이슈는 draft-liu-dmm-address-selection[11], draft-liu-dmm-mobility-api[12], draft-korhonen-dmm-prefix-properties[13] 문서에서 다루고 있다. 주소 할당 문제는 분산형 이동성 관리 구조에서 주요 이슈는 아니지만, 다른 WG 과 함께 논의가 필요함이 제기되었다.

4. PMIPv6 향상 및 확장 방안

구체적인 DMM 프로토콜 기술로서 기존 PMIP 프로토콜을 확장하는 방안이 주를 이루고 있다. 먼저, draft-bernardos-dmm-distributed-anchoring[14]에서는 단말의 계속된 이동에도 세션 유지를 위해 DLIF(Distributed Logical InterFace) 개념을 LMA 에 도입하여 해결하는 기법을 제안하고 있다. draft-luo-dmm-pmip-based-dmm-approach[15]에서는 PMIPv6 기반의 분산형 이동성 관리 기술과 지속적인 HA/LMA 변화에 따른 문제를 해결하기 위한 기법을 제안한다.

한편, draft-bernardos-dmm-pmip[16] 문서에서는 모든 네트워크 기반의 IPv6 노드를 위해 제어 계층은 기존의 방식 그대로 중앙 집중형을 따르고, 사용자 계층은 분산하는 부분적인 분산형 이동성 관리 기법을 제안하고 있다. 특히 이 방식에서는 핸드오버 시 세션 유지를 위해 터널링 기법을 활용할 것을 제안한다. draft-korhonen-dmm-local-prefix[17] 문서에는 LMA 사이에 prefix 선택에 관한 정보 교환을 수행하고 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)와 SLAAC(StateLess Address AutoConfiguration) 방식을 사용한 prefix 관리 방식을 제안하고 있다.

5. 기타 이슈

그 밖에 이슈로서 draft-sarikaya-dmm-dmipv6[18] 문서에서는 MIP 기반의 분산형 이동성 관리 기법을 제안하였으며, 이를 위해서는 인증 과정의 간소화가 필요함을 제기되었다. draft-demaria-dmm-dimensioning-considerations[19] 문서에서는 DMM 설계 시에 고려해야 할 다양한 사항들을 정리하고 있다.

IV. 결론

지금까지 대용량 모바일 인터넷 트래픽을 효율적으로 처리하기 위한 분산형 이동성 관리 기술에 대한 이슈 및 표준화 동향에 대해 살펴보았다. 분산형 이동성 관리 기술에 대한 국제 표준에 관한 논의는 2010년부터 시작이 되어, 2012년 3월 개최된 83차 프랑스 파리 회의에서 처음으로 공식적인 DMM WG 회의가 열렸다. 첫 회의에서는 초안 문서들에 대한 간략한 소개와 이에 대한 기술 토의가 있었다. 향후 메일링 리스트 및 회의를 통해 문제점 분석 및 요구사항에 관한 논의가 있을 계획이다. 하지만 현재의 DMM 표준화 작업이 기존의 MIP/PMIP 기술 위주로 진행되는 점에서는 한계를 지니고 있고, 향후에 좀 더 일반화된 DMM 프로토콜 개발 작업이 진행될 필요가 있다.

스마트폰 활성화에 따라 향후에는 멀티미디어 모바일 인터넷 트래픽에 대한 수요가 더욱 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라 대용량 모바일 트래픽을 처리하기 위한 이동성 관리 기술에 주목을 받고 있으며, 특히 확장성이 높고 망의 부하 측면에서 장점이 있는 분산형 이동성 관리에 대해 많은 국제적인 이동통신 사업자들이 관심을 보이고 있고, 실제 DMM WG 표준화 작업에 참여를 하고 있다. 이에 국내에서도 분산형 이동성 관리 기술 개발에 많은 관심을 기울여야 할 것으로 보인다.

〈참 고 문 헌〉

- [1] Morgan Stanley Reports, Internet Trends, April 2010.
- [2] Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2011-2016, Cisco White Paper, February 2012.
- [3] H. Chan, et al., Requirement of distributed mobility management, IETF Internet Draft, draft-chan-dmm-requirements-00, March 2012.
- [4] H. Chan, A architecture of distributed mobility management using MIP and PMIP, IETF Internet Draft,

- draft-chan-dmm-architectures-00, March 2012.
- [5] B. Patil et al., Approach to Distributed mobility management using Mobile IPv6 and its extensions, IETF Internet Draft, draft-patil-dmm-issues-and-approaches2dmm-01, March 2012.
 - [6] D. Liu, et al., DMM Dynamic Anchor Discussion, IETF Internet Draft, draft-liu-dmm-dynamic-anchor-discussion-00, March 2012.
 - [7] C. Perkins et al., DMM Comparison Matrix, IETF Internet Draft, draft-perkins-dmm-matrix-03, March 2012.
 - [8] P. Seite and P. Bertin, Distributed Mobility Anchoring, IETF Internet Draft, draft-seite-dmm-dma-00, February 2012.
 - [9] M. Liebsch, Per-Host Locators for Distributed Mobility Management, IETF Internet Draft, draft-liebsch-mext-dmm-phl-01, March 2012.
 - [10] P. McCann, Authentication and Mobility Management in a Flat Architecture, IETF Internet Draft, draft-mccann-dmm-flatarch-00, March 2012.
 - [11] D. Liu, et al., Address Selection for DMM, IETF Internet Draft, draft-liu-dmm-address-selection-01, March 2012.
 - [12] D. Liu and H. Deng, Mobility API Extension for DMM, IETF Internet Draft, draft-liu-dmm-mobility-api-00, March 2012.
 - [13] J. Korhonen, et al., IPv6 Prefix Mobility Management Properties, IETF Internet Draft, draft-korhonen-dmm-prefix-properties-01, March 2012.
 - [14] C.J. Bernardos and J.C. Zuniga, PMIPv6-based distributed anchoring, IETF Internet Draft, draft-bernardos-dmm-distributed-anchoring-00, March 2012.
 - [15] W. Luo and J. Liu, PMIP Based DMM Approaches, IETF Internet Draft, draft-luo-pmip-based-dmm-approach-01, March 2012.
 - [16] C.J. Bernardos, et al., A PMIPv6-based solution for Distributed Mobility Management, IETF Internet Draft, draft-bernardos-dmm-pmip-00, March 2012.
 - [17] J. Korhonen and T. Savolainen, Local Prefix Lifetime Management for Proxy Mobile IPv6, IETF Internet Draft, draft-korhonen-dmm-local-prefix-00, March 2012.
 - [18] B. Sarikaya, Distributed Mobile IPv6, IETF Internet Draft, draft-sarikaya-dmm-dmipv6-00, February 2012.
 - [19] E. Demaria and L. Marchetti, Dimensioning considerations for distributed mobility architecture, IETF Internet Draft, draft-demaria-dmm-dimensioning-considerations-00, March 2012.