모바일 네트워크 환경에서 네트워크 이동성 보장을 위한 연구

황선하*, 이상영*, 임형진* 정태명**
*성균관대학교 전기, 전자 컴퓨터 공학부
**성균관 대학교 정보 통신 공학부
*{ shhwang, sylee, hjlim}@imtl.skku.ac.kr
**tmchung@ece.skku.ac.kr

A Study on Mobility Guarantee Through EHMIPv6 in Mobile Network Environments.

Sun-Ha Hwang*, Sang-Yong Lee*, Tai-Myung Chung**
***Dept. of Electronic, Electron and Computer Engineering, Sungkyunkwan University**
**** School of Information Communication Engineering, Sungkyunkwan University**

요 약

EHMIPv6(Enhanced Hierarchical Mobile Ipv6)는 호스트의 로컬 이동성을 제공해주기 위해 제시된 HMIPv6(Hierarchical Mobile Ipv6)를 이동 네트워크 환경에 맞게 변형한 이동 관리 방법이다. EHMIPv6 를 통해 AR(Access Router)내의 MR(Mobile Router)들의 이동성(Macro mobility)과 MR 내의 MN(Mobile Node)의 이동성(Micro mobility)을 동시에 제공함으로써 매끄러운 이동성을 제공해준다. 따라서 EHMIPv6 를 통해 이동 네트워크 상에서 인터넷 서비스를 지속적으로 제공함과 동시에 패킷손실과 지연을 줄여 보다 나은 인터넷 서비스를 제공한다.

1. 서론

오늘날 인터넷 사용의 증가와 함께 무선 디바이스(PDA, laptop, mobile phone 등)를 보유한 사용자들 또한 증가하면서 사람들은 언제, 어디서든 인터넷 서비스를 제공받고 싶어한다. 그리고 인터넷 서비스를 지역적 위치나 사용자들의 이동과는 무관하게 매끄러운(seamless) 인터넷 서비스를 제공받고 싶어한다. 이러한 서비스를 제공해주기 위해서 이동성이 보장되어야 하지만 이동성이 단순히 사용자의 이동성(host mobility)에만 국한되어 있는 것은 아니다.

인터넷 토폴로지 내의 전체 네트워크가 이동할 수 있는 경우도 생각해 볼 수 있다. 예를 들면 버스나 택시, 기차나 항공기 같은 대중교통수단에서 IP 디바이스를 지닌 승객들에게 인터넷 서비스를 제공하는 경우를 생각해보면 대중교통수단을 하나의 액세스 네트워크로 생각할 수 있다. 그리고 이러한 대중교통수단을 네트워크로 보았을 때 네트워크의 이동성을 예측할 수 있다.

이러한 네트워크의 이동성은 현재 IETF 의 NEMO WG(NEtwork MObility Working Group)과 IST 의 BRAIN(Broadband Radio Access for IP based Networks), MIND(Mobile IP based Network Developments) 프로젝트 등을 중심으로 연구가 활발하게 진행되고 있다[1][5][6].

본 논문에서는 이동 네트워크에서의 이동성을 제공해주기 위해서 기존에 호스트 이동성 관리를 위해 제시된 방법들 중에서 HMIPv6(Hierarchical Mobile Ipv6) 기술을 살펴보고, 이 기술을 이동 네트워크 환경에 응용 시키는 방법과 이동 네트워크 상에서 각 노드들에게 어떻게 이동성을 보장하는지에 대한 시나리오를 제시하고자 한다.

본 논문의 구성을 살펴보면, 2 장에서 이동 네트워크의 개념과 세부 구성 요소들을 살펴보고, 호스트 이동성을 고려한 환경에서 HMIPv6 가 어떻게 이동성을 보장하고 있는지에 대해 살펴보고, 3 장에서는 이동 네트워크 환경에서 이동성 보장을 위한 EHMIPv6(Enhanced Hierarchical Mobile IPv6)를 제시하였다. 마지막으로 4 장에서는 본 논문에서 EHMIPv6 에 대한 결론과 앞으로 진행되어야 할 연구계획에 대해서 살펴보도록 하겠다.

2. 관련연구

2.1 이동 네트워크

이동 네트워크(Mobile Network)는 전체 네트워크를

본 논문은 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어 진 것임. (과제번호 :02-PJ3-PG6-EV08-0001)
This study was supported by a grant of the Korea Health 21 R&D Project, Ministry of Health & Welfare, Republic of Korea (02-PJ3-PG6-EV08-0001)

하나의 단위(unit)로 보았을 때 네트워크가 고정되어 있지 않고, 인터넷과의 접속지점을 변화하면서 이동하는 것을 말한다. *Bluetooth* 가 가능한 *PDA* 를 이용한 PAN(Personal Area Network)과 대중교통에 액세스네트워크(Access Nework)을 형성하여 승객에게 인터넷 서비스를 제공하는 것과 같은 예가 대표적이라고 할 수 있겠다. 이러한 네트워크의 이동성(Network Mobility)을 지원해주기 위해서는 네트워크와 인터넷과의 접속지점의 변화에 따른 이동성을 관리하고, 인터넷 토폴로지와의 지속적인 연결을 유지하여야 한다.

이동 네트워크는 전체 인터넷과의 연결을 위해 하나 또는 그 이상의 이동 라우터 (MR : Mobile router)를 사용한다. 그리고 이동 라우터와 연결된 하위 노드들은 LFNs(Local Fixed Networks)과 같이 고정일 수도 있고, VMN(Visited Mobile Networks)나 LMN(Local Mobile Networks)와 같이 이동적일 수도 있다 [1].

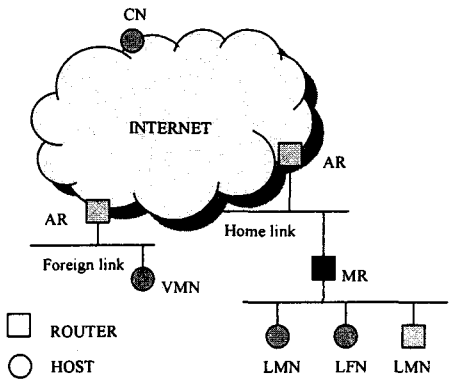
이동 네트워크를 구성하는 구성요소에 대한 자세한 내용은 section 2.2 에서 살펴보기로 한다.

2.2 이동 네트워크의 구성요소

2.1 절에서 언급한 바와 같이 이동 네트워크에서는 전체의 네트워크를 하나의 단위로 취급하며, 인터넷과의 접속지점이 다양하게 바꾸면서 이동하게 된다. 이러한 이동 네트워크의 구성 요소를 세부적으로 살펴보면 다음과 같다 [1] [2].

- **MR(Mobile Router)** : MR 은 이동 네트워크와 인터넷과의 중간 게이트 역할을 해주는 라우터로써 인터넷과 이동 네트워크간의 연결을 지속적인 연결을 유지시키는 역할을 한다. 이것은 하나 또는 그 이상의 egress interface(s)와 ingress interface(s)를 갖는다.
- **CN(Correspondent Node)** : CN 는 하나 또는 그 이상의 MNN 과 통신을 하는 노드를 의미하며, 이 노드는 이동 네트워크 내에도 존재할 수도 있다.
- **AR(Access Router)** : AR 은 MR 과 인터넷의 접속(attachment) 지점으로, 일반적으로 홈 핑크(Home Link)나 외부 링크(Foreign Link)의 라우터를 말한다.
- **LFN(Local Fixed Node)** : LFN 은 이동 네트워크상에서 MR 에서 보았을 때 토폴로지 상으로 움직임이 없는 고정된 노드를 말한다.
- **LMN(Local Mobile Node)** : LMN 은 홈 링크가 이동 네트워크에 속해있는 노드로써 MR 의 토폴로지 상으로 움직임이 없는 노드를 나타낸다.
- **VMN(Visiting Mobile Network)** : VMN 은 MR 의 토폴로지 상으로 움직이는 노드로써 홈 링크가 이동 네트워크에 속해 있는 않는 노드들을 말한다. 이것은 외부 링크를 통해 인터넷과의 통신이 이루어지는 노드를 말한다.
- **NEMO-enabled(NEMO-node)** : 네트워크 이동을 지원하는 능력으로 확장될 수 있는 노드를 말한다.
- **MIPv6-enalbed(MIPv6-node)** : MIPv6 에 정의된 형태로 호스트 모빌리티 지원으로 확장될 수 있는 노드를 말한다.

[그림 1]은 이동 네트워크의 구조와 구성요소를 나타낸 것이다.



[그림 1] 이동 네트워크 구조 및 구성인자

2.3 네트워크의 이동성을 지원하기 위한 시나리오

이동 네트워크상에 이동성을 고려하여 제시하고 있는 디자인 목표들은 다음과 같다 [2].

- **이동의 투명성(Migration Transparency)** : MR 의 접속지점이 변경되더라도 MR 서브넷의 모든 노드들은 지속적인 인터넷를 제공받을 수 있어야 한다.
- **성능의 투명성과 매끄러운 이동성(Performance Transparency and Seamless Mobility)** : 어플리케이션 상의 핸드오버의 영향을 최소화하여 패킷 손실 및 지연을 줄인다.
- **운영의 투명성(Operational Transparency)** : IP 계층으로 구현되어 상위 계층과의 투명성이 요구된다.
- **로컬 이동성 및 글로벌 이동성(Local mobility and global mobility)** : 지역적으로, 범용적으로 매끄러운 이동성을 지원해주어야 한다.

그리고 이동 네트워크 환경에서의 MR 의 역할은 다음과 같다.

- MR 과 인터넷의 지속적인 연결 유지 및 MR 에 연결된 모든 노드와 인터넷간의 연결을 지속적으로 유지시킬 수 있어야 한다.
- MR 은 자신의 토폴로지 내에서의 각 노드들의 접속지점의 변화를 지속적으로 업데이트 할 수 있어야 한다.
- MR 은 각 노드들을 하나의 집합으로 관리가 가능할지 살펴봐야 한다.

즉, 이동 네트워크 상에서 MR 의 서브넷은 MR 에서 관리하도록 하며 각 노드들의 이동성 관리 역시 MR 에서 이루어진다.

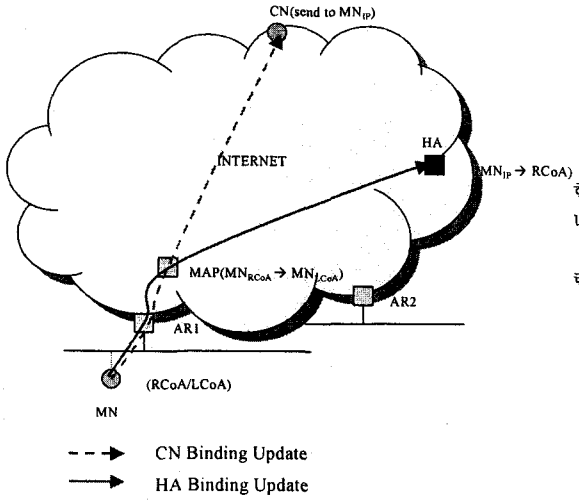
Mobile IPv6 는 노드의 이동성만이 고려되었고 MR 이후의 노드를 관리하기 위해서는 적합하지 않다 [4]. 따라서 위와 같은 디자인 목표를 만족시키기 위해서는 MR 의 서브넷과 같은 계층간의 관리가 이루어지는 HMIPv6 가 적합하다.

2.4 HMIPv6 를 이용한 호스트의 이동성 보장

'HMIPv6(Hierarchical Mobile IPv6 Model)'에서는 MAP(Mobility Anchor Point)이라고 불리는 새로운 노드를 이용하여 계층적으로 노드의 이동성을 관리한다. 즉 MAP 이 HA(Home Agent)가 하는 역할을 로컬에서 대행함으로써 실제 MN 이 HA 까지 BU(Binding Update)하는데 걸리는 대기시간(latency)을 줄여준다. 결과적으로 대기 시간으로 인한 핸드오버 지연을 줄여 패킷 손실을 낮추는 효과를 얻을 수 있다 [3].

HMIPv6 의 동작과정을 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

MN(Mobile Node)은 CN 에서 일반적으로 멀리 떨어져 있는 HA 로 BU 하는 대신, 로컬 MAP 로 BU 메시지를 보낸다. 따라서 새로운 위치로 트래픽이 재전송되기 전에 MN 은 단지 한번 HA 로 BU 메시지를 보내게 된다.



[그림 2] HMIPv6

즉 CN 이 MN 의 IP 주소로 MN 과의 접속을 시도할 때 HA 는 그 패킷을 가로채어 MN 의 IP 주소와 자신의 캐쉬에 등록되어 있는 RCoA(Regional Care-of-Address)를 매핑시켜 RCoA 를 넘겨주게 된다. MAP 에서는 MN 의 RCoA 와 자신의 캐쉬에 등록되어 있는 MNLCoA(MN Local Care-of-Address)를 매핑시켜 MN 과 연결한다. MN 은 BU 를 통해 MNRCoA 를 HA 와 CN 에 등록한다 [3].

하지만 HMIPv6 의 경우 MN 만을 고려하였기 때문에 이동 네트워크 내에 다른 이동 네트워크가 Nested 되면, 즉 호스트가 아닌 네트워크가 이동 네트워크에 접속하게 되는 경우(Nested Mobile Network)에는 HMIPv6 를 이동 네트워크에 그대로 응용시키기는 어렵다. 따라서 다음에서는 HMIPv6 를 이동 네트워크 환경에 적합하게 응용 시킨 EHMIPv6(Enhanced HMIPv6)를 제시하고자 한다.

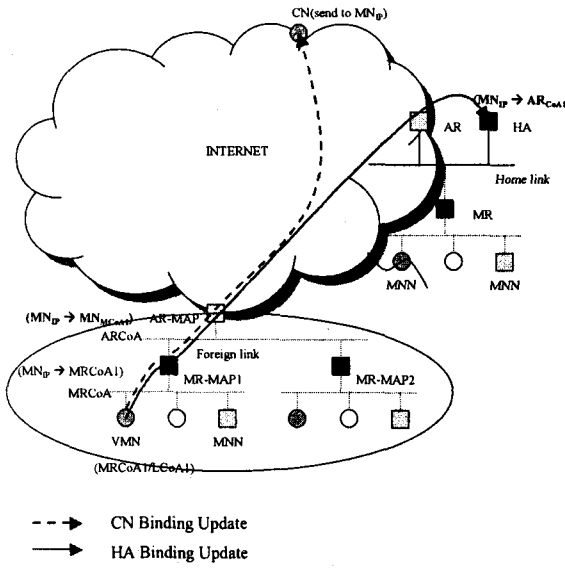
3. 이동 네트워크에서의 이동성 보장을 위한 EHMIPv6(Enhanced HMIPv6)

EHMIPv6 에서는 다음과 같이 각 구성요소들을 정의한다.

- **AR-MAP(AR Mobility Anchor Point)** : MR 이 방문한 Access Router 를 나타냄. 이것은 MR 의 로컬 HA 의 역할을 한다.
- **MR-MAP(MR Mobility Anchor Point)** : MN 가 방문한 이동 네트워크의 Mobile Router 를 나타냄. 이것은 MN 의 로컬 HA 역할을 한다.
- **ARCoA(AR Regional Care-of-Address)** : ARCoA 는 AR-MAP 서브넷 상의 주소이다. 이 주소는 MR 이 AR 을 방문 시에 얻을 수 있는 주소이다.
- **MRCoA(MR Regional Care-of-Address)** : MRCoA 는 MR 서브넷 상의 주소이다. 이 주소는 MN 이 MR 를 방문 시에 얻을 수 있는 주소이다.
- **LCoA(Local Care-of-Address)** 이동 네트워크 내에서의 노드 관리를 위한 임시 주소이다.

ARCoA 는 MR 이 AR 네트워크를 벗어나지 않는 한 변화하지 않으며 MRCoA 는 MN 이 MR 의 서브네트워크를 벗어나지 않는 한 변화하지 않는다.

각각의 노드를 이동 네트워크 환경에 적용하면 [그림 3]와 같이 나타낼 수 있다.



[그림 3] EHMIPv6

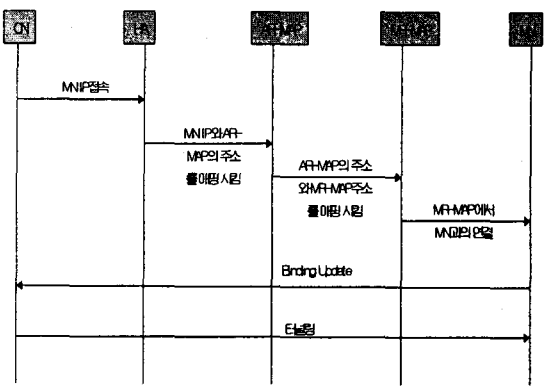
즉 이동 네트워크에서의 MR-MAP 는 MR 서브넷의 각 노드들의 주소관리를 담당하며, AR-MAP 는 AR 에 방문한 MR 들의 주소관리를 책임진다. 따라서 MN 의 BU 가 이루어질 때는 HA 에는 ARCoA 의 정보가 기록이 된다.

HA 와 CN 은 단지 ARCoA 정보를 통해 이동 네트워크 내의 노드와의 연결이 이루어지게 된다.

AR-MAP 에서는 MR-MAP 의 지속적인 Binding Update 가 이루어지고, MR-MAP 에서는 MN 의 지속적인 Binding Update 가 이루어진다.

즉 MN 가 이동 네트워크 내에서 BU(Local Binding Update)시 LCoA 는 MR-MAP 의 MRCoA 와 바인딩된다. 이때 MRCoA 는 중복된 주소가 없는지를 체크하고 다시 AR-MAP 까지 BU 가 이루어진다. AR-MAP 는 다시 중복된 주소를 체크후 HA 까지 BU 를 한다.

따라서 CN 에서 MN 로 접속시도 시 시나리오는 다음과 같다.



[그림 4] CN 이 MN 과 통신 요청 시 다이어그램

EHMIPv6 는 이동 네트워크의 특성을 고려하여 MR-MAP 에서는 MR 서브넷의 노드들의 주소관리만이 이루어지고 (Micro mobility), AR 에서는 AR 에 접속하는 MR 에 대한 노드관리만 이루어진다 (Macro mobility). 따라서 AR 입장에서는 MR 서브넷을 하나의 노드로의 관리가 이루어지는 셈이다. 이 방법을 사용하면 AR 에 접속하여 인터넷 서비스를 제공받는 MR 노드들의 이동을 매끄럽게 제공해준다. 즉 이동 네트워크에게 매끄러운 이동성을 제공해준다.

EHMIPv6 의 이동성 관리를 통해 패킷 손실과 지연을 최소화하여 매끄러운 인터넷 서비스를 제공할 수 있다.

4. 결론 및 향후계획

EHMIPv6 는 호스트의 로컬에서의 이동성을 보장해주기 위해 제시된 HMIPv6 를 이동 네트워크 환경에 맞도록 응용 시킨 것이다. 이것은 HMIPv6 와 동일하게 MR 에서 각 노드들의 주소를 관리들 통해 이동 네트워크의 로컬에서의 노드들의 이동성을 제공하고, 이동 네트워크 자체의 이동 시에도 AR 을 통해 BU 가 이루어지므로, HA 까지의 BU 로 인한 지연을 줄여주는 효과를 얻을 수 있다.

EHMIPv6 를 사용하기 위해서는 AR 및 MR 노드가 MAP 을 인식할 수 있는 노드여야 한다. 따라서 현재 HMIPv6 의 MAP 포맷을 수정하여 이동 네트워크 환경에서 이동성을 보장해줄 수 있도록 EHMIPv6 를 실제로 적용하여 테스트 할 계획에 있다. 그리고 이동성 제공과 동시에 멀티미디어 사용의 증가와 함께 제한된 패킷손실과 지연 등을 보장하는 QoS 제공을 위한 방법을 연구 중에 있다.

참고문헌

[1] Thierry Ernst, Hong-Yon Lach, "Network Mobility Support Terminology : draft-ietf-nemo-terminology-00.txt", work-in-progress, May 2003.

[2] Thierry Ernst, "Network Mobility Support Goals and Requirements: draft-ietf-nemo-requirements-01.txt", work-in-progress, May 2003.

[3] Hesham Soliman, Claude Castelluccia, Karim El-Malki, Ludovic Bellier, "Hierarchical Mobile Ipv6 mobility management(HMIPv6): draft-ietf-mobileip-hmipv6-08.txt", work in progress, June 2003.

[4] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6 : draft-ietf-mobileip-ipv6-21.txt", work in progress, August 27, 2003.

[5] MIND, Webpage http://www.ist-mind.org/.

[6] BRAIN, Webpage http://www.ist-brain.org/.