

철도에서 무선 네트워크 이동성 적용기술 연구

A study of network mobility for internet service in railway system

조복권
B. K. Cho

ABSTRACT

The study for ubiquitous computing infra is proceeding actively, it make possible to use service and access network anywhere, anytime because of wire/wireless communication technology and progress of hardware.

Domestically, study for the network mobility support technology which is the key technology for future ubiquitous computing realization have progressed, but that is insufficient. Especially, there is no study for independent mobility support study about railway wireless network.

So, this study propose network mobility management technology for mobile network infra in railway and proper network model in train.

1. 서론

최근에는 유무선 통신기술과 하드웨어의 발달로 언제 어디서나 네트워크에 접속하여 원하는 서비스를 이용할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이바, 국내에서도 한국통신의 넷스팟 서비스와 개인 노트북을 이용하여 공공 장소에서 인터넷에 접속할 수 있는 인터넷 통신 인프라가 구축되어 있다.

앞으로 3G/4G 차세대 이동통신망과 휴대 인터넷 서비스 및 무선 랜 (WLAN) hotspot을 통해 언제 어디서나 이동 중에도 무선으로 인터넷 접속이 가능하게 될 것으로 예상하고 있다. 이와 같은 차세대 유무선 통합망에서는 모든 서비스가 IP 기반으로 제공되며, 사용자들에게 이동성 지원을 위해서 Mobile IP가 가장 핵심적인 기술로 대두되고 있다. IETF에서 표준화된 Mobile IP 기술은 이동 노드에게 IP 주소의 변경 없이 자신에게 전달되는 패킷을 그대로 수신을 가능하게 지원해 준다.

미래의 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 노드만이 이동 할 수 있는 게 아니라, 기차나 비행기, 선박, 버스 등의 경우에서는 하나 이상의 호스트가 연결된 차량 네트워크 (Vehicular Network) 전체가 이동할 수 있다. 이 경우는 승객들은 차량 내에 설치된 인터넷 단말기를 사용하거나 자신의 노트북이나 핸드폰, PDA 등으로 무선 랜을 통해 차량 네트워크를 접속하여 인터넷 서비스를 이용할 수 있게 될 것으로 예상된다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 실현을 위해 차량 네트워크와 같이 하나의 IP 서브넷 전체가 동시에 이동하는 네트워크 환경에 대해 많은 관심이 집중되면서, IETF를 중심으로 네트워크 이동성 지원을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

* 한국철도기술연구원, 철도통신연구그룹, 선임연구원, 정회원

본 고에서는 철도차량에서 승객에게 인터넷 서비스를 제공하기 위한 방안에 대해 연구하였으며 특히, 철도 환경에서 NEMO (NETwork MObility) 적용방안 및 연차이동중 끊김없는 핸드오버지원 방안에 대해 제안한다.

2. BASIC NEMO

2.1 개요

네트워크 이동성(NEMO: Network Mobility) 지원은 네트워크 자체가 이동하면서도 이동 네트워크 내의 각 호스트들에 대해 투명한 이동성을 제공하는 것을 목표로 한다. 즉, 이동 네트워크 내의 각 호스트들은 이동성 지원 프로토콜 없이도 주소의 변경 없이 자신에게 전달되는 패킷을 수신할 수 있는 이동성을 제공받아야 한다.

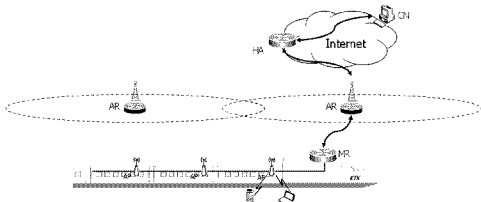


그림 1 철도차량 이동 네트워크 환경

2.2 기본 구성 요소

기본적인 이동 네트워크는 하나의 이동 라우터 (MR: Mobile Router)와 서브넷으로 구성되며, 서브넷에는 여러 개의 고정 호스트 (LFN: Local Fixed Node)나 방문한 이동 노드 (VMN: Visited Mobile Node)들이 연결될 수 있다.

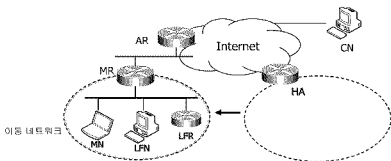


그림 2 이동 네트워크 기본 구성

이와 같은 네트워크 이동성 지원 기술은 기본적으로 Mobile IP에 기반을 두고 있으며, 현재 네

트위크 이동성 지원 연구는 IETF NEMO Working Group (WG)을 중심으로 진행되고 있다. NEMO WG에서는 기본적인 네트워크 이동성 지원 및 경로 최적화 방안의 표준화를 목표로 하고 있으며, 현재까지 WG 공식 기고서로 채택된 사항은 용어 정의, 목적 및 요구사항 그리고 기본적인 이동성을 지원하는 NEMO basic 방안이다.

표 1 NEMO 구성 요소 및 주요 용어

용어	내용
이동 라우터 (Mobile Router)	자신의 하부에 접속한 호스트에게 이동성을 지원하고 인터넷 연결을 유지시켜주는 이동 가능한 라우터
고정 라우터 (Local Fixed Router)	이동 네트워크 내부에 고정되어 접속점을 변경하지 않는 라우터
고정 노드 (Local Fixed Node)	이동 네트워크 내부의 이동 라우터에게 접속되어 그 접속점을 변경하지 않는 고정 호스트
방문한 이동노드 (Visiting Mobile Node)	홈 링크가 이동 네트워크 외부에 있는 이동노드
상대 노드 (Correspondent Node)	통신을 행하고 있는 대상
홈 에이전트 (Home Agent)	이동 노드 또는 이동 라우터에 대한 주소정보를 바인딩하며 터널링을 통해 패킷을 전송하는 에이전트
홈 주소 (Home of Address)	이동 노드 또는 라우터에서 노드를 식별하고 세션 연결 및 유지를 위해 사용하는 주소로서, 이동 노드의 위치에 상관없이 일정하게 유지됨
의탁 주소 (Care of Address)	현재 위치한 이동 노드 또는 라우터로 패킷전달을 위해 사용하는 주소. 이동 노드의 접속점에 따라 변경됨
이동성 바인딩 (Mobility Binding)	이동성 지원을 위하여 이동 노드에 대한 홈 주소와 CoA 정보를 유지 하는 것
터널링 (Tunneling)	이동 노드의 CoA로 캡슐화를 행한 홈 에이전트와 이를 역캡슐화한 이동 노드 사이의 논리적인 라우팅
캡슐화 (Encapsulation)	이동 노드의 현재 접속점으로 패킷을 전달하기 위해 홈 에이전트가 패킷 전체를 페이로드로 가정하여 새로운 패킷 생성 과정

2.3 동작 과정

네트워크 이동성 지원은 네트워크 자체가 이동하면서 이동 네트워크 내의 각 호스트들에 대해 투명한 이동성 제공을 목표로 한다. 즉, 이동 네트워크 내 각 호스트들은 네트워크의 이동 사실을 인지하지 못하게 하면서 지속적인 인터넷 서비스를 유지할 수 있어야 한다.

기본적인 이동 네트워크 동작 순서는 그림 3, 4, 5와 같다. 이동 네트워크가 홈 영역을 떠나서 외부 영역으로 이동하면 이동 라우터는 AR로부터 CoA를 할당받아서 자신의 HIA에게 등록한다. 이 때 이동 라우터는 AR에게 접속할 때 이동 호스트인 것처럼 접속한다. 이것은 이동 라우터는 AR에 접속할 때 라우터임을 알리게 되면 라우팅 정보들이 AR에게 전달되어 인터넷에서 라우팅 정보가 뒤섞이게 되어 패킷 라우팅이 원활하게 이루어지지 않을 수 있기 때문이다. 그러므로 이동 라우터가 자신의 홈 영역을 떠나서 외부로 이동하는 경우에는 HIA와 양방향 터널을 설정하여 모

든 패킷이 일단 후 영역을 거쳐서 전달되는 구조가 된다.

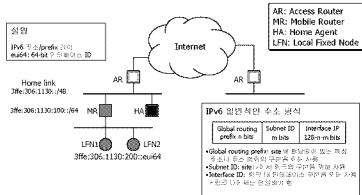


그림 3 초기 네트워크 상황

이동 네트워크는 홈 네트워크의 3ffe:306:1130::/48의 프리픽스를 가지며, 이동 라우터에 접속되어 있는 호스트는 3ffe:306:1130:100::/64의 프리픽스를 가지고 네트워크의 이동에 관계없이 같은 주소를 유지하게 된다.

이동 네트워크는 외부 네트워크로 이동하여 외부 네트워크의 AR에 연결된다. 그때 외부 네트워크의 AR에서 주기적으로 광고하는 라우터 광고 메시지를 수신한 후 라우터 광고 메시지에 포함된 프리픽스 정보를 이용해 임시 주소인 CoA를 생성한다. 새로운 CoA 주소를 할당받은 이동 네트워크는 HoA (Home of Address)와 비교하여 자신이 이동한 사실을 파악한다. 이동 네트워크의 이동한 사실을 HA에게 알리기 위해 HoA, CoA, Prefix 정보를 BU에 선언서 HA에게 전송한다. 이러한 BU 메시지를 받은 HA는 자신의 캐시에 이러한 정보를 저장한 후 이동 라우터와 양방향 터널을 생성하게 된다.

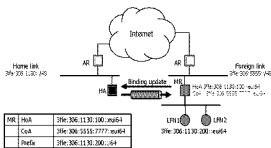


그림 4 이동 네트워크의 이동

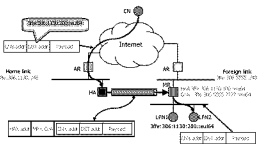


그림 5 LFN에 패킷이 전달되는 과정

이후, CN에서 이동 네트워크 내의 LFN으로 패킷을 보내면 CN의 주소를 송신지 주소, 목적지 주소로 LFN의 주소인 3ffe:306:1130:200::eui64로 정상적인 라우팅을 통해 홈 네트워크로 도착하게

된다. 그러면 HA가 이 패킷을 가로채어 전달된 패킷에 IIA의 주소와, 이동 라우터의 주소를 기존 패킷에 캡슐화해서 HA와 이동 라우터사이에 형성된 터널을 통해 이동 라우터까지 전달한다. 캡슐화 된 패킷을 수신한 이동 라우터에서 역캡슐화 과정을 통해 이동 네트워크 내부의 LFN으로 전달하게 된다.

3. 철도 차량의 특징

원도차량은 이동성이 자유로운 일반 차량과는 달리 경로의 제한성 및 규칙성을 가지는 특징이 있다.

가. 첫 번째 특징은 경로의 제한성이다. 자유로운 이동경로를 가진 자동차와는 달리 철도차량은 미리 정해진 철로 위를 통해서만 이동할 수 있다. 따라서 철도차량의 경우는 이동 경로에 대한 예측이 가능한 특징을 가진다.

나. 두 번째 특징은 규칙성이다. 기차는 자동차와 달리 항상 일정한 시간에 정해진 경로를 규칙적이고 반복적으로 이동하는 특징을 가진다.

4. 이동경로 예측을 이용한 핸드오버 지원 방안

철도 무선 네트워크에서 끊임없는 서비스를 제공하기 위한 방안으로 이동경로 예측을 통한 핸드오버 제공 방안을 제안한다. 제안한 방안은 이동경로와 이동방향을 예측할 수 있는 철도차량의 고유한 특징을 이용하여 끊임없는 핸드오버를 제공할 수 있다

4.1 동작 개요

철도차량에 탑재된 이동 라우터 내의 데이터베이스는 경로상의 모든 AR의 위치정보, 셀 반경, 프리픽스 정보, CoA 등에 대한 정보를 가지고 있다. 철도차량은 이동경로와 이동방향을 미리 알고 있기 때문에 다음 AR로의 사전등록이 가능하다. 이동 네트워크의 인터넷 접속점이 매번 바뀔 때마다 발생하는 핸드오버 지연시간을 사전 등록과정을 통해 줄일 수 있어 보다 끊임없는 서비스를 지원할 수 있다.

이와 같은 바이캐스팅을 이용한 기법은 이동 라우터가 핸드오버 전 미리 BU 메시지를 HA에게 등록하면 IIA는 Old_AR과 New_AR로 동시에 패킷을 전달함으로써 핸드오버 시 손실 없이 패킷을 수신할 수 있다.

핸드오버 시점을 결정하기 위해서는 철도차량의 현재 위치를 파악해야 하며, 다음과 같은 방안을 적용할 수 있다.

- GPS 이용 방안 : GPS를 이용해서 철도차량의 현 위치와 이동속도를 파악하여 핸드 오버 시점 결정
- 궤도회로 방안 : 현재 철로 주변에 철도차량의 위치를 파악하기 위해 설치된 궤도회로를 이용한 방안을 그대로 수용해서 철도차량의 위치를 파악할 수 있다.

4.2 동작 알고리즘

이동 라우터가 이동하기 전 앞으로 이동할 AR에서의 CoA 주소를 HA에게 등록하여, HA는 핸드오버 시간 동안 수신한 패킷을 복사하여 바이캐스팅을 통해 이전 AR과 새로운 AR 모두에게 양방향으로 전달하게 된다. 이때 이동 라우터는 이동경로와 이동방향을 사전에 알고 있기 때문에 데이터베이스에 저장된 각 AR의 정보를 이용해 다음 AR에서의 L3 핸드오버 과정을 미리 수행할 수 있다.

- 가. 철도차량의 이동 라우터는 Old_AR을 통해 통신을 유지하면서 GPS나 천로변의 센서를 이용해 철도차량의 현재 위치를 항상 파악한다.
- 나. 이동 라우터는 셀 내의 현재 위치와 이동속도를 고려해 핸드오버 구간의 도착유무를 판단하여 미리 L3 핸드오버 시기를 결정한다.
- 다. 이동 라우터가 핸드오버를 수행할 경우 New_AR의 정보를 포함시킨 사전 등록 메시지인 predictive BU 메시지를 Old_AR로 전송한다.
- 라. Old_AR은 수신한 predictive BU 메시지를 HA에게 전달한다.
- 마. Predictive BU 메시지를 수신한 HA는 CN으로부터 수신한 데이터를 기존의 Old_AR 뿐만 아니라 predictive BU 메시지 내에 포함된 New_AR의 주소로도 동시에 전송하는 바이캐스팅을 수행한다.
- 바. New_AR의 영역에 도착한 이동 라우터는 New_AR을 통해 일반적인 BU 메시지를 전송한다.
- 사. 이동 라우터로부터 BU 메시지를 수신한 New_AR은 버퍼에 저장된 바이캐스팅 패킷을 이동 라우터로 전송하고, 그와 동시에 BU 메시지를 HA에게 전달함으로써 Old_AR로의 바이캐스팅 패킷 전송을 해제할 수 있다.

위의 동작과정 중 이동 라우터가 HA로부터 predictive BU ACK 메시지를 수신하지 못한 채 New_AR의 라우터 광고 메시지를 수신할 경우에는, 사전등록이 실패한 것으로 간주하고 일반적인 Mobile IP 핸드오버 과정을 수행한다.

5. 맺음말

승객에게 인터넷 서비스를 제공하기 위해 철도차량에 NEMO 기술을 적용하여야 한다. 철도는 고속으로 이동하기 때문에 빈번한 핸드오버처리를 수행해야하며, 이 과정에서 인터넷에 접속중인 네트워크가 끊기는 현상이 발생하는 단점이 있다. 그러나, 철도차량은 이동성이 자유로운 일반 차량과는 달리 미리 정해진 철로 위를 통해서만 이동할 수 있는 경로의 제한성 및 일정한 시간에 정해진 경로를 규칙적이고 반복적으로 이동하는 규칙성을 가지는 특징이 있다.

제한한 바이캐스팅 기법은 이동경로와 이동방향을 예측할 수 있는 철도차량의 고유한 특징을 이용하여 끊임없는 핸드오버를 제공할 수 있다

참고문헌

1. <http://www.ietf.org/html.charters/nemo-charter.html>
2. C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," RFC 3344, Aug. 2002.
3. A. Yegin et al, "Fast Handovers for Mobile IPv6," Internet draft, <draft-ietf-mipshop-fast-mipv6-02.txt>, July 2001.
4. H. Soliman, C. Castelluccia, K. El-Maki, L. Bellier "Hierarchical MIPv6 mobility management (HMIPv6)," Internet draft, <draft-ietf-mobileip-hmipv6-08.txt>, July 2002.