

# 철도환경에서 네트워크 이동성을 위한 효율적인

## CoA(Care of Address) 구성 방안 연구

### A study of an efficient CoA structure for a Network Mobility of the Railroad Environment.

이 일 호\*

이 준 호\*\*

Lee, Il-Ho

Lee, Jun-Ho

---

#### ABSTRACT

The network service have been achieved recently in the vehicle train, bus etc. Network portability have been processed so that it is active around NEMO WG (Network Mobility Working Group)of IETF. We organize NEMO in the railroad environment of the route among the masses traffic mean which has the forecasting. We try to present necessary for a portability network protocol to produce CoA rather efficiently.

---

#### 1. 서 론

최근 인터넷 사용의 증가와 더불어 무선 장비(PDA, Mobile phone, Notebook)를 보유한 사용자들은 언제 어디서나 인터넷 서비스를 제공받고자 한다. 이에 따라 인터넷 프로토콜의 이동성 지원이 중요한 문제로 부각되고 있으며, 이에 대한 해결방안으로써 IETF(Internet Engineering Task Force)의 NEMO WG (Network Mobility Working Group)을 중심으로 단말이 아닌 하나의 네트워크 단위의 이동성에 초점을 맞추어 기존의 Mobile IP를 확장하기 위한 연구가 진행되고 있다. 예를 들면 현재 대중교통수단으로 이용하고 있는 버스, 기차, 비행기상에 액세스 네트워크가 형성되어 승객이 무선장비를 이용해서 인터넷을 사용할 수 있도록 하였다면 버스, 기차, 비행기는 모바일 네트워크라 볼 수 있다. 즉, 차량 내부에 있는 여러 단말로 이루어진 네트워크가 인터넷에 대한 접속지점을 바꿔가면서 각 단말에 대한 영속적인 인터넷 서비스를 제공해주는 것이 이동 네트워크의 좋은 모델이라 할 수 있다. 특히, 대중교통수단 중 철도는 이동성이 자유로운 버스, 비행기와 달리 항상 일정시간, 일정구간을 정해진 선도를 따라 이동하기 때문에 정도의 제한성 및 예측성을 가지고 있다고 볼 수 있다. 이러한 철도 환경에 NEMO (Network Mobility)구조와 기존 모바일 네트워크 프로토콜을 적용하면 보다 쉽게 다음 AR (Access Router) 들의 정보를 얻을 수 있다.

따라서, 철도차량VMR과 승객VMN(Visiting Mobile Node)이 CoA구성에 필요한 정보로 미리 얻을 수 있다면, 기존의 New CoA(Care of Address)구성 소요시간과 전송되는 메시지가 보다 최소화 될 것으로 예상된다. 본 논문은 2장에서 NEMO 프로토콜의 개요, 기존 CoA 주소 구성 메커니즘에 대해 설명하고, 3장에서는 철도환경에 NEMO를 적용하여 철도차량과 승객에게 개선된 CoA 구성방식을 제안한다. 마지막 4장에서는 결론을 맺는다.

---

\* 서울산업대학교, 컴퓨터문제해결 컴퓨터전공공학박사 석사과정

\*\* 서울산업대학교, 전자정보공학과, 부교수, 정회원

## 2. 본 문

### 2.1 Basic NEMO(Network Mobility) 프로토콜

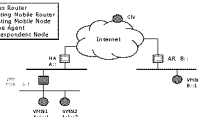


그림 1. NEMO의 구조

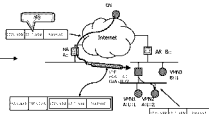


그림 2. NEMO 이동 후 패킷전달 과정

NEMO(Network Mobility)는 Network의 이동성을 제공하기 위한 IETF의 새로운 연구 분야로서 현재 WG을 통해 활발히 연구가 진행 중에 있다. 이것은 단말에게 지속적인 인터넷연결을 지원하는 Host mobility와는 달리, 그림 1과 같이 Mobile Network이 속한 Topology 내에서 인터넷에 대한 연결점이 변경 되었을 때 그 망에 연결된 모든 단말들에게 지속적인 인터넷 연결을 제공하기 위한 것이다.

만일, 그림 2처럼 VMN이 HA영역을 떠나서 외부 AR영역으로 이동하면 VMR은 L2 핸드오프 후 AR로 연결된다. AR로부터 주기적으로 광고하는 RA메시지를 수신한 후 RA에 포함된 Prefix정보를 이용하여 임시주소인 CoA를 생성한다. 새로운 CoA 주소를 할당받은 VMR은 HoA와 비교하여 자신이 새로운 영역으로 이동한 사실을 파악한다. 이때 HA는 VMR이 이동한 사실을 모르고 있으므로 VMR은 자신이 이동한 사실을 HA에게 알리기 위해 BU(Binding Update) 메시지에 HoA, CoA, Prefix option을 포함하여 HA에게 전송한다. BU 메시지를 받은 HA는 이러한 정보를 저장 후 VMR과 양방향 터널링을 생성하게 되고, 이후 CN이 VMR 내의 VMN으로 패킷을 보낸다. 이때 CN은 VMR이 이동한 사실을 모르고 때문에 정상적인 라우팅을 통해 HA로 전송한다. HA는 이 패킷을 가로채어 전달된 패킷에 HA의 주소와 VMR의 CoA 주소를 기존 패킷에 캡슐화하여 HA와 VMR사이에 형성된 터널을 통해 VMR으로 전송한다. 캡슐화된 패킷을 수신한 VMR은 역 캡슐화를 통해 VMR 내부의 VMN으로 패킷을 전송하게 된다.

### 2.2 기존 New CoA 구성 지연요소 및 문제점

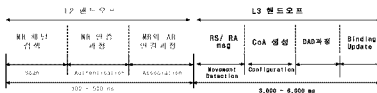


그림 3. New CoA 구성 지연요소

그림 3은 기존방식의 L2핸드오프와 L3 핸드오프에서 New CoA구성 지연요소를 보여주고 있다. L2 핸드오프 지연시간은 최대 500[ms]로 L3 핸드오프 지연시간에 비해 거의 미비하므로 본 논문에서는 L2 핸드오프과정은 다루지 않았다. New AR(Access Router)에서 L3 (Layer3) 이동결함을 확인하는 방법은 일반적으로 알려진 Router discovery (RA/RS)를 이용한다. VMR은 RS (Router Solicitation)메시지를 All-Router Multicast 주소형태로 보내서 요청한 RA(Router Advertisement) 메시지에 Prefix 옵션을 포함하여 자신의 Prefix와 다른

경우 새로운 영역임을 판단하고 새로운 AR를 선택하여 Attach하게 된다. 이동 검출과정에서 L3계층의 이동입이 판명되면, VMR은 새로운 AR의 서비스를 받기 위해서 AR의 Prefix에 맞는 새로운 CoA를 생성해야 한다.

일반적으로 새로운 CoA를 만들기 위해서 DHCPv6같은 서버의 도움을 받아서 주소를 생성하는 Stateful 방식이 있고, 다른 서버의 도움 없이 라우터의 RA의 메시지에 포함된 Prefix 옵션을 이용하여 주소를 생성하는 Stateless 방식이 있다.

Stateless 방식에서 VMR은 RA 메시지를 수신하기를 기다리거나 아니면 바로 RS 메시지를 보내어 RA 메시지를 보내도록 요청할 수 있다. VMR이 새로운 AR로부터 RA 메시지를 받으면 RA에 포함된 Prefix 옵션 정보와 차이의 인터페이스 ID를 이용하여 새로운 CoA를 구성하게 된다. 이렇게 구성된 CoA는 혹시 다른 VMR이 동일 주소를 사용할 수 있으므로 Duplicate Address Detection (DAD)과정을 거쳐서 유일한 주소임을 확인하여야 비로소 정상적인 CoA의 역할을 하게 된다. 기존의 새로운 CoA 구성 방식은 L2 핸드오프 이후 Binding Update까지 Movement detection, 새로운 CoA 생성, DAD과정을 거쳐야 비로소 CoA를 이용하여 데이터를 전송할 수 있다. 이러한 과정들은 데이터 전송의 보장을 위해 꼭 필요한 요소이지만 New\_AR과 접속하기 위해 사용되는 여러 절차는 데이터전송의 지연을 발생시킨다. 이러한 구성방식은 많은 승객이 이동하는 철도환경에 적용 시 막대한 지연발생이 예상된다. 따라서 기존 프로토콜 메시지를 크게 변경하지 않으면서 철도환경에 적합한 New CoA 구성 프로토콜이 필요하다.

### 3. 철도 이동 네트워크에서 New CoA 구성 프로토콜 제안

철도환경에 이동성 네트워크를 구성하였다 가정 했을 때 철도차량은 일반 대중교통수단과 달리 일정한 선로를 따라 이동하기 때문에 다음 AR를 예측할 수 있는 장점을 지니고 있다. 기존의 여러 논문에서 New\_AR의 정보를 미리 얻어 L3 핸드오프 과정에서 발생하는 지연 문제를 최소화 할 수 있는 방안을 제시한바가 있다. 하지만 실제 L2, L3핸드오프 지연문제는 비단, 철도차량VMR 뿐만 아니라 무선장비(PDA, Mobile Phone, NoteBook 등)를 소지한 승객들 또한 인터넷 서비스를 제공받기 위해서는 동일하게 지원을 해주어야만 한다. 따라서 철도차량에 승차차하는 승객(VMN)의 핸드오프 문제를 고려한 프로토콜이 제시되어야 한다.

NEMO는 Mobile IPv6를 확장한 새로운 연구 분야이다. Mobile IPv6 Draft 24에서는 노드의 이동을 검출한 후에는 일반적인 IPv6 메커니즘을 이용하여 새로운 Primary CoA (Pri CoA)를 구성할 수 있고, 또한 자신의 링크에서 하나 또는 모든 Prefixes에 대한 추가적인 CoA를 구성할 수 있다고 권고 하고 있다. 만일 철도차량이 다음 AR의 정보를 예측할 수 있다고 가정했을 때, Old\_AR은 다음 AR의 정보를 받아 Potential(임시) CoA를 미리 구성해두면 기존의 New CoA구성에 따른 이동검출과정, CoA설정과정, DAD과정시간을 최소화 할 수 있다. 또한 New\_AR가 철도차량의 정보를 미리 알고 있으면 New\_AR 영역에 속해 있는 승객VMN에 Potential CoA(Pot CoA)를 미리 구성하여 철도차량에 승차 시 즉시 CoA를 획득할 수 있다.

따라서 기존 방식의 New CoA구성시간을 보다 최소화하기 위해 철도환경의 독특한 특징인 경로의 예측성을 이용하여 최소의 Message로 철도차량VMR과 승객VMN의 New CoA를 할당하는 프로토콜을 구성할 수 있다.

#### 3.1 New CoA 구성에 필요한 Message Format

##### 3.1.1 Potential Care of Address Option

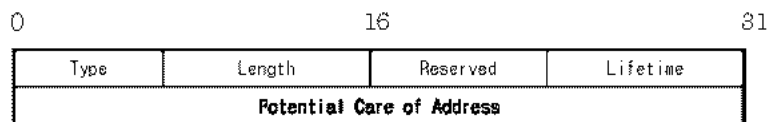


그림 4. Potential Care of Address Option

그림 4의 Potential Care of Address Option에는 New\_AR영역에 즉시 접속되도록 미리 구성된 CoA가 포함되어 있다. Potential Care of Address는 AR 혹은 철회차량VMR에서 DAD과정을 기한 CoA로 해당 단말(철회차량 또는 승객)에 제공하는 주소이다.

- **AR의 동작** : AR는 링크된 승객VMN에 대해 도착할 철회차량의 HoA Prefix를 이용하여 Potential CoA를 구성해준다. 만일 AR에 도착할 철회차량이 다수일 경우 승객이 어느 차량에 승차할지 AR가 모르므로 AR는 주변 AR로부터 철회차량의 정보를 받은 대로 Potential CoA를 구성하여 승객VMN에게 제공해주어야 한다. AR에 링크 되어 있는 철회차량VMR에 대해서도 마찬가지로 주변 AR의 Prefix 정보를 이용하여 Potential CoA를 구성하고, RA메시지 안에 포함시켜 전송한다. 본 논문에서는 AR가 주변 AR의 Prefix Option, 철회차량VMR의 Home address Prefix Option과 CoA, 승객VMN의 CoA를 전송할 수 있음을 가정한다.
- **철회차량VMR의 동작** : 철회차량은 각 역 AR의 Prefix를 저장하고 있으며, Old\_AR가 제공하는 Potential CoA를 자신의 Address table에 저장한다. 만일 AR영역으로부터 자신이 알고 있는 역 AR Prefix와 일치한 Potential CoA를 수신하였을 경우 철회차량은 다음 AR가 역 AR임을 판단하고 수신한 Potential CoA의 Prefix를 이용하여 하차한지 모르는 승객VMN에게 역 AR에 접속할 수 있도록 Potential CoA를 구성하여 전송한다.

### 3.1.2 Modified Router Advertisement (RA-C)



그림 5. Modified Router Advertisement

- **C bit (Change bit)** : 그림 5의 RA 메시지 내 Reserved 8bit 중에서 1bit로 구성된 C bit는 Potential CoA를 Primary CoA로 바쳐주는 역할을 한다. 만약 승객VMN이 여러 Potential CoA를 등록하였을 경우 승객VMN은 RA-C의 Source address Prefix와 일치한 Potential CoA를 Primary CoA로 변환한다.

### 3.1.3 Modified Router Solicitation (RS-R)

RS-R 메시지는 New\_AR 영역으로 이동한 철회차량VMR과 승객VMN이 Old\_AR으로부터 얻은 Potential CoA를 즉시 Primary CoA로 변환하기 위한 요청 메시지이다. 각 AR 혹은 철회차량VMR이 RS-R (Rbit=1) 메시지를 받으면 RA-(C bit=1) 메시지로 응답한다.

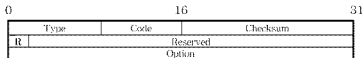


그림 6. Modified Router Solicitation

- **R bit (Request RA-C)** : RS 메시지의 Reserved 32bit 중에서 1bit로 구성된 R bit는 3.1.2절의 RA-C 메시지를 요청하는 역할을 하는데, 이때 송신자는 자신의 Address Table에 Potential CoA가 등록되어 있어야 한다. 그렇지 않으면 일반적인 RS 메시지를 전송한다.

### 3.2 철도차량VMR, 승객VMN의 L2 핸드오프 시점

VMR, VMN이 각 AR영역으로 이동할 때 핸드오프가 일어나는 시점은 IETF의 Draft에서도 아직까지 명확한 언급이 없다. 하지만 다음과 같은 사항을 L2 핸드오프 시점으로 보고 있는 편해가 있다.

- IEEE 802.11에서 지원하는 L2의 Access Point Trigger에 의한 감지.
- L2의 질파세기가 기준 이하로 변화되는 시점을 감지.
- 선로에 구성된 객체회로를 이용하여 어!: 정해진 선로구간을 벗어남에 따른 감지.

본 논문에서는 철도차량과 승객의 이동에서 발생하는 L2 핸드오프 시점을 따로 규정하여 CoA구성 프로토콜에 적용한다.

- 철도차량은 Old\_AR영역에서 New\_AR영역으로 진입하면 L2 Trigger에 의해 L2 핸드오프발생
- 각 AR에 링크된 승객이 철도차량에 승차할 때 L2 핸드오프 발생.
- 탑승객이 철도차량에서 하차할 때 L2 핸드오프 발생.

### 3.3 철도차량(VMR) New CoA구성

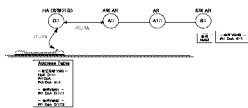


그림 7. A역 AR의 Pot CoA 등록과정

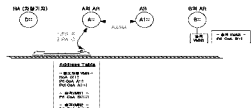


그림 8. Pot CoA를 Pri CoA로 변환

그림 7, 8은 철도차량VMR이 HA영역을 떠나 A역 AR영역으로 이동하는 그림이다. 철도차량은 새로운 AR영역에서 L2 핸드오프 후 즉시 RS-R 메시지를 전송하고, 그렇지 않으면 일반 라우터 광고 요청 메시지인 RS를 전송한다. 본 논문에서는 AR과 AR사이에는 정기적인 라우터 광고에 의해 서로의 정보를 이미 알고 있는 상태를 가정하여 설명한다. 철도차량은 HA와 RS/RA에 의해 이미 DAD과정을 마친 A역 AR의 Pot CoA를 얻었으므로 A역 AR에서 L2 핸드오프 후 즉시 RS-R 메시지를 전송한다. A역 AR는 RA-CC(bit=1) 메시지로 응답하고, 응답받은 철도차량VMR은 수신된 RA-C (Cbit=1)메시지에 의해 자신의 Address table에 등록된 Potential CoA를 Primary CoA(Pri CoA)로 변환하여 New CoA를 획득한다.

### 3.4 승객 VMN1,2,3의 Potential CoA 등록

철도차량VMR에 탑승한 승객이 B역 AR에서 하차할 수도 있다는 것을 가정하면, B역 AR에 즉시 접속하기 위해서는 승객의 CoA를 미리 구성할 필요가 있다. 그림 9, 10은 철도차량VMR이 3.1.1절의 철도차량 동작에 의해 승객VMN1,2에 할당할 Potential CoA를 구성하여 전송하는 그림이다. 한편 B역 AR는 AR으로부터 철도차량VMR의 CoA, Home Address prefix를 포함한 RA메시지를 받으면, 철도차량의 Home Address prefix를 이용하여 Potential CoA를 구성한 후 승객VMN3으로 전송한다. 전송받은 승객VMN3은 자신의 Address table에 Potential CoA로 저장한다.

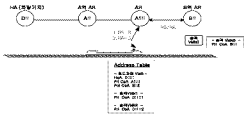


그림 9. 승객VMN1,2,3의 Potential CoA 등록(1)

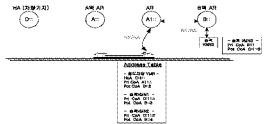


그림 10. 승객VMN1,2,3의 Potential CoA 등록(2)

### 3.5 탑승한 승객VMN3의 New CoA 구성

그림 11의 B역에 링크된 승객VMN3은 철도차량에 탑승하기 위해 철도차량VMR의 영역으로 이동한다. 승객VMN3은 철도차량VMR에 탑승할 때 1.2 링크에 의해 새로운 영역으로 이동했음을 판단하고, 즉시 RS-R(Rbit=1) 메시지를 보내어 철도차량VMR으로부터 RA-C(Cbit=1) 메시지를 요청한다. 승객VMN은 수신한 RA-C에 Cbit=1인지 확인 후 Potential CoA를 Primary CoA로 변환한다.

### 3.6 하차한 승객VMN2의 New CoA 구성

그림 11의 승객VMN2는 철도차량에서 하차하면 B역 AR의 1.2 링크로프 후 새로운 영역으로 이동했음을 판단 한다. 승객VMN2도 즉시 RS-R(Rbit=1) 메시지를 보내어 B역 AR로부터 RA-C 메시지를 요청한다. B역 AR의 RA-C 메시지에 의해 승객VMN2는 Potential CoA를 Primary CoA로 변환하여 B역 AR로 전송한다.

### 3.7 하차하지 않은 승객VMN1의 New CoA 구성

철도차량VMR에 탑승했던 승객VMN1이 하차하지 않고 머물러 있는 상태라면, 아무런 이동은 하지 않았으므로 1.2 링크로프가 발생하지 않는다. 따라서 승객VMN1은 RS-R(Rbit=1) 메시지를 발생하지 않아 기존 Primary CoA상태 그대로 유지된다.

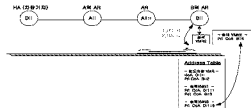


그림 11. 승객VMN1,2,3의 New CoA구성

### 3.8 철도차량이 다수일 경우 승객의 New CoA 구성

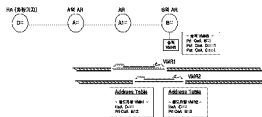


그림 12. 철도차량이 다수일 경우 승객VMN의 New CoA 구성과정

일반적으로 각 역 사이에는 여러 철도차량VMR들이 존재할 수 있으며, 승객VMN은 가고자하는 목적지에 따라 해당 차량에 탑승하면 핸드오프 후 데이터 전송이 이루어질 것이다. 하지만 승객VMN이 어느 차량에 탑승할지 AR와 VMN에서는 미리 판단하기 어려우므로 승객이 철도차량에 탑승 시 새로운 CoA를 최소시간에 구성하기 위해서는 B역 AR이 주변 AR로부터 철도차량의 정보를 받은 대로 승객 VMN에게 Potential CoA를 추가 구성 해주어야만 한다. 승객VMN은 그림 12의 B역 AR로부터 제공하는 Potential CoA를 받아 Address table에 저장하고, 해당 차량에 탑승 시 L2 핸드오프 후 RS-R 메시지를 전송하면, 차량VMR은 RA-C 메시지로 응답한다. 승객VMN은 RA-C 메시지의 C bit=1인지 확인한 후 RA-C 메시지의 Source address Prefix와 일치한 Potential CoA를 선택하여 Primary CoA로 바꾸어 준다.

이와 같이 제안한 CoA 구성 프로토콜은 철도의 경로 예측성과 기존 RS/RA 메시지를 확장하여 기존 New CoA구성 방식에서 문제시 되었던 지연시간을 최소화 하였다. 그림 13, 14는 기존방식의 New CoA와 제안한 New CoA구성도이다.

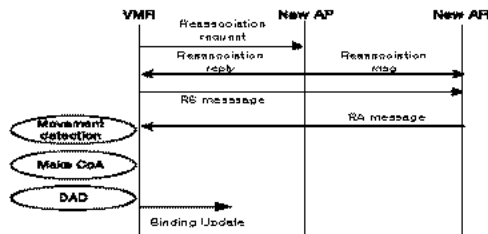


그림 13. 기존의 New CoA 구성도

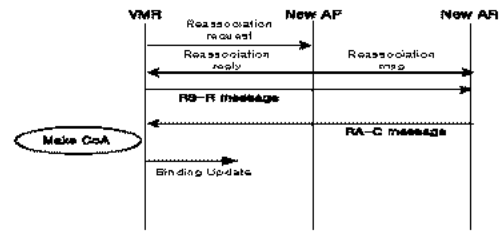


그림 14. 제안한 New CoA 구성도

#### 4. 결론

최근 차량 네트워크와 같이 하나의 IP Subnet 전체가 동시에 이동하는 네트워크 환경에 대해 많은 관심이 집중되면서, IETF를 중심으로 네트워크 이동성 지원을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 L2 핸드오프이후 철도차량VMR의 이동감지, 새로운 CoA 설정, DAD 과정 절차 등으로 인한 지연시간을 최소화하기 위해 철도라는 환경에 이동성 네트워크를 접목시켰다. 철도는 고정된 선로를 따라 이동하기 때문에 다음 경로를 예측할 수 있다. 이를 이용하여 철도차량VMR과 승객VMN의 Potential CoA를 미리 구성하고, L2 핸드오프 후 RS-R / RA-C메시지에 의해 즉시 New CoA가 구성되기 때문에 기존 New CoA 구성시간을 최소화하였다.

후후 연구에서 우리는 NS-2 네트워크 시뮬레이터를 이용하여 본 논문에서 제시한 바를 성능 분석하는 작업을 수행할 것이다.

#### 5. 참고문헌

1. David B Johnson, Rice University, Charles E. Perkins, Jari Arkko, Mobility Support in IPv6, IETF draft, June 2002.
2. Ryuji Wakikawa, Keio University, Nemo Basic Support Protocol, IETF draft, June 2003.
3. 김용진, 신명기, 박정수, 이승윤, 차세대 인터넷 프로토콜 IPv6, 2002년 3월.
4. 조봉관, 철도에서 무선 네트워크 이동성 적용기술 연구, 2004.
5. 이상도, 정상진, 신명기, 김형준, IPv6 프리픽스 할당 매커니즘에 관한 기술분석, 2004년 2월.
6. 홍용근외 3명 Mobile IPv6에서 Fast Handoff를 위한 IETF 기술동향, 2003년 10월.
7. 양희원, IPv6 환경에서 Mobile IP Handoff 성능향상에 관한 연구, 순천대 대학원, 2003년.
8. The Network Simulator: NS-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.
9. R. Koodli, "Fast Handover for Mobile IPv6", Internet draft, March 2003.