

철도차량의 이동 특성을 고려한 네트워크 이동성 지원을 위한 효율적인 Care of Address 구성 방안

An Efficient Care of Address Configuration Scheme for Network Mobility Support based on Movement Pattern of a Train

이일호[†] · 이준호^{*}

Il-Ho Lee · Jun-Ho Lee

Abstract

In this paper, we propose an efficient Care of Address (CoA) configuration scheme for network mobility support in the railroad environment. Mobile routers in a train visit each access router in the fixed order. Such regular movement characteristic of a train enables a current subnet access router to inform the next subnet access router of the mobile routers' interface identifiers before the mobile routers move to the next subnet access router. So, the next subnet access router can make care of addresses for the mobile routers in advance. The numerical results show that the proposed scheme outperforms the stateless scheme with respect to CoA configuration time.

Keywords : Care of address, Network mobility support(네트워크 이동성 지원)

1. 서론

무선 인터넷 서비스는 학교, 기업체 등 공공장소에서 실제 적용되고 있지만, 버스, 철도 등 대중교통수단의 환경을 고려한 무선 인터넷 서비스 연구는 아직 미비한 실정이다. 특히, 철도는 가장 많은 사람들이 이용하고 있는 대중교통수단이므로 머지않아 철도차량 내에서도 무선 인터넷 서비스 사용자가 급속도로 증가될 것으로 전망된다.

최근 철도차량에서 무선 인터넷 서비스를 제공하는 방안으로 철도차량에 MR(Mobile Router)을 설치하여 탑승객의 MN(Mobile Node)들이 MR을 통해서 끊임없는 인터넷 서비스를 제공받을 수 있도록 하는 방법이 연구되고 있다.

이와 같이 하나의 네트워크 자체가 이동하며 인터넷 서비스를 제공받을 수 있도록 IETF(Internet Engineering Task Force)의 NEMO WG(NEtwork MObility Working Group)에서도 네트워크 이동성 지원문제에 대해 활발하게 연구되

고 있는 중이다[1].

한편, 이동성 지원문제를 해결하기 위한 방안으로 최근 L3(Layer 3) 핸드오프 지연시간을 줄이려는 연구가 대두되고 있다. 핸드오프 과정 중 지연되는 주요 요소를 차지하는 것이 CoA(Care of Address)를 구성하는 절차에 있는데, CoA를 구성하는 방식 중 하나인 Stateless 방식[2]에서는 MR이 다른 서브 넷으로 이동할 때 마다 스스로 해당 서브 넷에 맞는 CoA를 구성하여야 한다. 즉, 새로운 서브 넷으로 이동한 MR은 AR(Access Router)에서 수신한 서브 넷 Prefix와 자신의 링크 계층 주소를 조합하여 CoA를 구성해서 HA(Home Agent)에 등록하는 절차를 가진다. 이러한 CoA를 구성하기 위한 첫 번째 단계로 이동 검출 과정을 수행해야 한다. 이동 검출을 하기 위해서는 AR의 RA(Router Advertisement) 메시지 수신 상태를 주기적으로 점검해야 하고, 만일 RA 메시지가 주기적으로 수신 되지 않을 경우 새로운 AR로부터 RA 메시지를 요청하기 위해 RS(Router Solicitation) 메시지를 전송해야 한다. 수신 받은 RA 메시지를 통해 CoA를 구성하고, DAD(Duplicate Address Detection)[3] 과정을 통해 주소 중복확인을 하여야 CoA 구성 과정이 끝나게 된다. 철도차량에 설치된 MR은 고속으로 이동하기

[†] 책임저자 : 정희원, 서울산업대학교 철도전문대학원 박사과정
E-mail : leeih98@hanmail.net

TEL : (02)970-6883

^{*} 교신 저자 : 정희원, 서울산업대학교 전자정보공학과 부교수
E-mail : ljh@snut.ac.kr

때문에 MR의 이동이 검출되는 시간과 CoA 구성에 필요한 메시지 처리시간이 너무 길어지면 끊임없는 인터넷 서비스를 제공하기가 어렵다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 철도차량의 이동특성을 이용하여 CoA 구성 과정을 최적화할 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 CoA 구성 과정과 기존 방식의 문제점을 살펴보고, 3장에서 철도차량 MR에 적합한 CoA 구성 방안을 제안한다. 4장에서 본 논문이 제안하고 있는 방안의 성능을 평가한 후 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 CoA 구성 과정

CoA는 MR이 새로운 서브 넷으로 이동했을 경우 새로운 서브 넷에서 L3 통신이 이루어 질 수 있도록 임시로 주어지는 주소이다.

그림 1은 일반적인 CoA 구조를 나타낸 그림이다. 새로운 서브 넷으로 이동 한 MR은 64 bit의 Prefix와 64 bit의 인터페이스 ID로 조합한 CoA를 가능한 빨리 구성해야만 원활한 인터넷 서비스를 제공받을 수 있다. 일반적으로 CoA를 구성하는 방식은 두 가지 방식이 있다.

첫 번째로 DHCPv6(Dynamic Host Configuration Protocol v6)[4]와 같은 프로토콜을 사용하는 서버의 도움을 받아 주소를 구성하는 Stateful 방식이 있다. 이 방식을 이용하여 CoA를 구성하기 위해서는 반드시 서버장치가 존재해야 하고, 서버는 자신의 영역 내의 모든 주소를 관리해야 하기 때

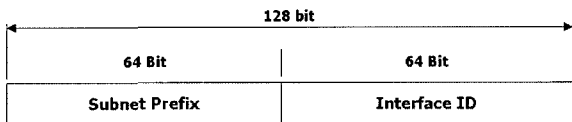


그림 1. 일반적인 CoA 구조

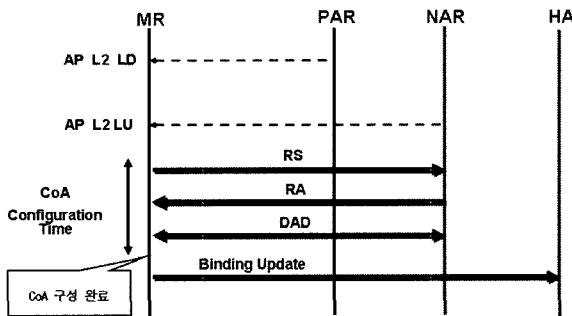


그림 2. Stateless 방식의 CoA 생성 과정

문에 지속적인 주소 업데이트를 해주어야 한다. 이 때문에 주소관리 알고리즘이 매우 복잡하다는 단점을 가지고 있다.

두 번째로는 다른 서버의 도움 없이 라우터의 RA 메시지에 포함된 Prefix 옵션을 이용하여 주소를 구성하는 Stateless 방식이 있다. MR이 새로운 서브 넷으로 이동하여 PAR(Previous AR)의 AP(Access Point)로부터 L2(Layer 2) trigger의 일종인 L2 LD(Link Down) 신호를 수신하게 되면, 현재 접속된 AP와 연결이 끊어지고, 새로운 AP와 접속하기 위한 L2 핸드오프를 수행하게 된다. NAR(New AR)의 AP와 MR이 접속되면 AP는 L2 LU(Link Up) 신호를 MR에게 전달하게 되는데 이때, MR은 L2 핸드오프가 완료되었음을 인지하고, L3 핸드오프의 첫 과정인 이동 검출을 시작한다. 그림 2와 같이 MR은 PAR을 떠나 NAR로 이동 후 자신의 이동 검출을 위해 NAR로부터 RA 메시지를 수신받기를 기다리거나 혹은 MR 자신이 바로 RS 메시지를 멀티캐스팅 방식으로 보내어 RA 메시지를 요청할 수 있다. 만일 MR이 NAR로부터 RA 메시지를 받으면 RA에 포함된 Prefix 옵션 정보와 자신의 인터페이스 ID를 이용하여 새로운 CoA를 구성하게 된다. 이렇게 구성된 CoA는 같은 링크 내에 또 다른 MR이 동일한 주소를 사용하는 지를 검사하는 DAD 과정을 거친 후 비로서 CoA 구성 절차가 완료된다.

2.2 Stateless 방식을 이용한 연구 사례와 고찰

현재 무선 환경에서 L3 핸드오프 소요시간을 줄이기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 연구는 L3 핸드오프 과정 중에서 이동 검출 과정과 CoA 생성 과정을 최적화하여 끊임없는 인터넷 서비스를 제공하기 위한 연구들이며 연구의 대부분은 Stateless 방식에 기반을 두고 있다.

그림 3의 HMIPv6(Hierarchical Mobile IPv6)[5]는 MR의 이동 패턴 특성에 착안한 방법으로 Mobile IP에 지역성 개념을 추가한 방식이다. 지역 내 이동 발생시 지역 이동성을 총괄하는 MAP(Mobility Anchor Point)을 지역 내부와 외부

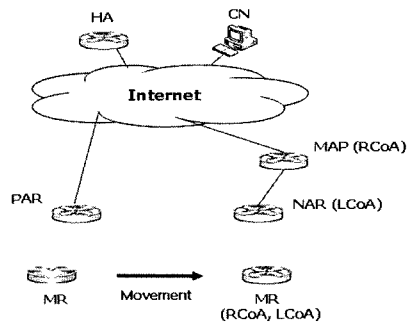


그림 3. Hierarchical Mobile IPv6

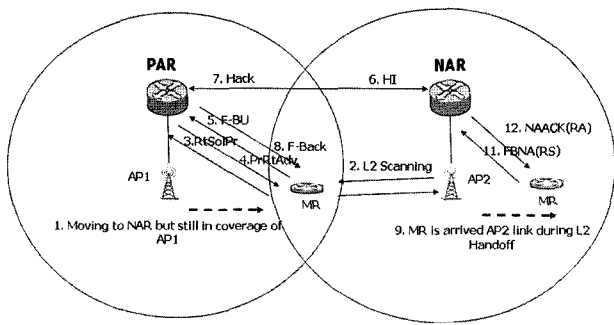


그림 4. Fast Handoff 동작과정

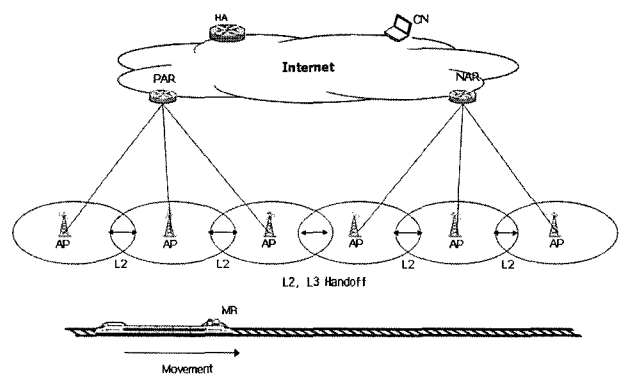


그림 5. 무선 네트워크 모델

의 경계에 들으므로 경계 지점에서 주소 매핑을 처리하는 방식으로 지역 이동 발생 시 홈 등록을 위한 신호 메시지의 양을 크게 줄일 수가 있다. 하지만 HMIPv6 구조상 MR이 MAP이 관리하는 영역에 진입하면 NAR에서 MAP 옵션이 포함된 주기적으로 방송하는 RA 메시지를 받게 되는데, MAP 옵션이 포함된 RA를 받은 MR은 NAR 상의 CoA인 LCoA와 MAP 상의 CoA인 RCoA를 Stateless 형태로 생성하기 때문에 MR은 AR로부터 전달받는 메시지 수가 증가하게 되고, MAP으로부터의 트래픽 병목이 발생할 가능성이 높아 성능 저하의 요인이 되기도 한다.

그림 4는 FMIPv6(Fast Mobile IPv6)[6]의 동작과정을 보여주고 있다. FMIPv6는 HMIPv6와 달리 L2의 지원을 받아 현재 위치를 기준으로 이동할 위치를 파악하고, 서비스 재개에 필요한 정보들을 사전에 교환함으로써 실제 이동이 발생한 경우 신속한 서비스 재개를 할 수 있다. 그러나 이동 예측이 분명한 철도차량에서 그림 4와 같은 복잡한 메시지의 사용은 메시지 트래픽 처리시간을 가중시킬 뿐만 아니라, MR이 다량의 메시지를 원활히 처리하지 못할 경우 새로운 서브 넷에서 이동 검출 시간이 지연되는 요소가 되기도 한다. 따라서 이동검출시간이 지연되는 만큼 CoA 구성 시간도 지연되는 문제가 발생할 수 있다.

3. 제안한 철도 차량 MR의 CoA 구성 방안

그림 5는 철도 선로를 따라 AP가 설치되고, 각 AP는 유선으로 AR과 연결되어 철도차량 MR이 이동하더라도 인터넷 서비스를 제공할 수 있도록 구성된 무선 네트워크의 예를 보여준다. 철도차량은 임의로 움직이는 일반 무선 단말기와 달리 이동하고자 하는 방향이 명확하기 때문에 이동 경로를 예측할 수 있다. 즉, 철도차량 MR은 선로를 따라 이동하기 때문에 PAR을 거쳐 반드시 NAR로 도달하게 되어 있다. 따라서 PAR은 MR의 이동 방향을 알 수 있으므로 다

음 AR인 NAR로의 L3 핸드오프가 발생할 것이라는 사실을 미리 인지할 수가 있다.

Stateless 방식은 이동 방향을 예측할 수 없는 MR에 적합한 방식이기 때문에 MR은 새로운 서브 넷으로 이동 후 CoA 구성에 필요한 정보를 직접 받아 구성하였다. 하지만, 철도 환경에서는 MR의 이동 방향을 예측할 수 있기 때문에 본 논문에서는 MR이 CoA를 직접 구성하지 않고, NAR이 CoA를 미리 구성하여 MR에 직접 전송하는 방식을 제안한다.

제안된 방식에서는 MR이 별도의 CoA 구성 절차 없이 CoA를 획득하기 때문에 Stateless 방식보다 빠른 L3 통신을 가능하게 해준다.

3.1 CoA 구성에 필요한 메시지 형식

본 논문에서는 효율적인 CoA 구성을 위해 RS, RA 메시지에 포함되어질 새로운 Option들을 다음과 같이 정의한다.

3.1.1 인터페이스 ID Option

그림 6의 인터페이스 ID Option은 MR의 인터페이스 ID가 포함되어 있는 Option이다. MR은 새로운 AP와의 접속을 알리는 L2 LU 신호를 수신 할 때마다 RS 메시지에 이 Option을 포함하여 멀티캐스팅 방식으로 전송한다.

Type	Length	Reserved	Lifetime
인터페이스 ID (64 Bit)			

그림 6. 인터페이스 ID Option

3.1.2 New CoA Option

그림 7의 New CoA Option은 NAR이 구성한 MR의 CoA가 포함되어 있다. NAR은 MR로부터 MR의 인터페이스 ID가 포함된 RS 메시지를 수신 후 자신의 Prefix와 MR의 인터페이스 ID를 조합하여 New CoA 옵션을 구성한다. 구성된 Option은 RA 메시지에 포함되어 MR에 전달된다.

Type	Length	Reserved	Lifetime
New CoA (128 Bit)			

그림 7. New CoA Option

3.2 New CoA 구성

라우터는 기본적으로 주변 라우터와 주기적인 RA 메시지 교환을 통해 서로의 존재 여부를 확인하는 절차를 가진다. 따라서 MR이 PAR과 접속되어 있으면, PAR과 MR은 RA 메시지에 의해 서로의 존재 여부를 주기적으로 확인할 뿐만 아니라 PAR은 유선으로 접속된 그 다음 AR인 NAR과도 RA 메시지를 주고받으며 존재 여부를 확인할 수가 있다. 그림 8은 MR의 New CoA를 구성하는 과정을 나타낸 그림이다. 본 논문에서는 New CoA의 구성 과정을 설명하기 위해 PAR 주소는 1::1, MR 주소는 1::2, NAR 주소는 2::1로 각각 설정하였다.

MR이 PAR 영역에서 NAR 영역으로 이동하기 시작하면, MR은 NAR의 AP와의 접속을 시도하기까지 PAR과 연결된 AP들에 의해 L2 LU 신호를 수신하게 된다. L2 LU 신호는 새로운 AP와의 접속이 완료되었음을 알리는 신호이며, MR은 AP의 L2 LU 신호를 수신 할 때 마다 자신의 인터페이스 ID인 2를 포함한 RS 메시지를 PAR로 전송한다. PAR은 MR의 인터페이스 ID가 포함된 RS 메시지를 수신한 후, 두 가지 동작을 수행하게 되는데, 첫 번째는 자신의 Prefix 값 1과 수신한 MR의 인터페이스 ID 값 2를 조합한 CoA를 구성한다. 구성된 CoA는 RA 메시지에 New CoA Option으로 포함하여 MR로 응답한다.

3.3 New CoA 획득 과정

두 번째로 PAR은 MR로 전송되는 CoA 1::2를 그 다음 AR인 NAR로도 알려 NAR로 하여금 미리 MR의 CoA를 구성할 수 있도록 한다. MR의 CoA 1::2를 받은 NAR은 자신의 Prefix 값 2와 MR의 CoA에 포함된 인터페이스 ID 값

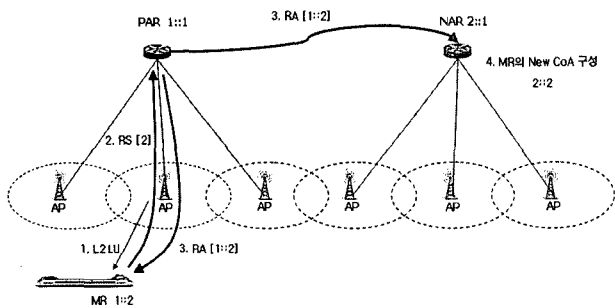


그림 8. MR의 New CoA 구성 과정

2를 조합하여 MR의 New CoA 2::2를 미리 구성하는 작업을 수행한다.

그림 9와 그림 11은 본 논문에서 제안한 New CoA 획득 절차를 나타낸 그림이다. 그림 9에서 MR이 NAR로 이동하여 NAR의 AP와 접속이 완료되면 MR은 L2 LU 신호를 수

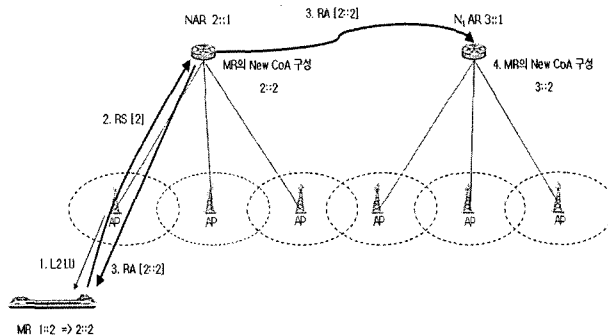


그림 9. NAR로부터 New CoA 획득 과정

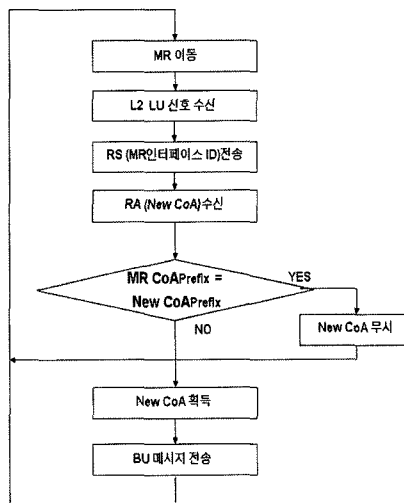


그림 10. New CoA 획득 절차

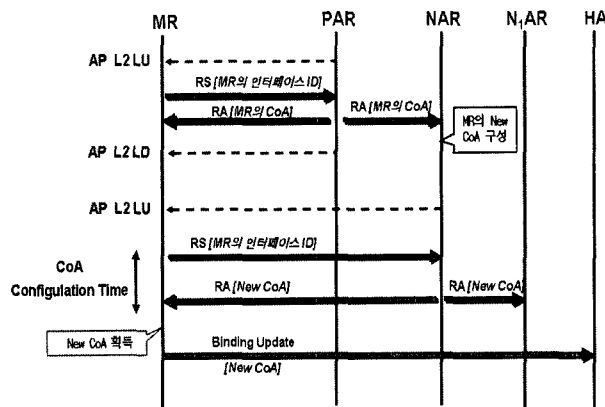


그림 11. 제안한 CoA 구성 과정

신하게 된다. 이때 MR은 자신의 인터페이스 ID 값 2를 포함한 RS 메시지를 전송한다. NAR은 MR로부터 받은 인터페이스 ID 값 2와 사전에 미리 구성해 놓은 MR의 New CoA의 인터페이스 ID 값을 비교한 후 같은 인터페이스 ID 값을 찾아 구성된 MR의 New CoA를 MR로 전송하여 MR이 즉시 CoA를 획득할 수 있도록 한다.

한편, NAR은 다음 AR인 N₁AR이 MR의 New CoA를 사전에 미리 구성할 수 있도록 MR로 전송한 New CoA 2::2를 N₁AR에게도 전송한다. N₁AR도 사전에 MR의 New CoA인 3::2를 구성하여 MR이 즉시 New CoA를 획득할 수 있도록 준비한다.

그림 10은 MR이 New CoA를 획득하는 절차를 나타낸 순서도이다.

4. 성능 분석

제안된 방식의 성능을 분석하기 위해서 Stateless 방식과 제안한 방식의 CoA 구성 시간을 수식적으로 모델링하여서 비교한다.

CoA 구성 시간을 모델링하려면 먼저 CoA 구성이 시작되는 시점을 규정하여야 한다. 본 논문에서 제안된 방식에서는 MR이 이동 검출에 필요한 RA 메시지를 획득하기 위해 AR에 접속된 AP의 L2 LU 신호에 따라 RS 메시지를 전송하고, 그 응답으로 RA 메시지를 전송받아 CoA를 구성한다. 따라서 제안된 방식에서 CoA 구성 시작점은 MR이 RS 메시지를 AR로 전송하는 시점이라고 할 수 있다. 하지만 Stateless 방식에서의 MR은 자신의 이동 검출을 위해 NAR로부터 주기적으로 발생되는 RA 메시지를 기다리거나 혹은, MR이 RS 메시지를 전송하여 RA 메시지를 요청할 수 있다. 따라서 두 방식이 동일한 CoA 구성 시작점을 갖는다고 할 수 없다. 본 논문에서는 Stateless 방식의 경우도 제안한 방식과 동일하게 RS 메시지가 전송되는 시점을 CoA 구성 시작점으로 가정하여 모델링하고자 한다.

먼저, Stateless 방식의 전체 CoA 구성 소요시간 TCoADelay은 다음의 각 요소의 소요 시간을 모두 합한 것과 같다.

- TMD : MR의 이동 검출에 소요되는 시간
- TCon : CoA 구성 및 주소 중복 확인에 소요되는 시간

$$T_{CoADelay} = T_{MD} + T_{Con} \quad (1)$$

식 (1)에서 TMD는 MR의 이동을 검출하는 소요 시간인데, MR이 이동 검출을 위해 RS 메시지를 AR로 전송하면 AR은 RA 메시지를 MR로 전송하도록 되어 있다. 본 논문에서

는 두 방식 모두 RS 메시지에 의해 요청된 RA 메시지 응답 시간을 RA 메시지 발생 주기의 최소값으로 가정한다. 이때 RA 메시지 발생 주기는 RA 메시지에 포함된 RA Interval Option[2] T_{RtrAdvInterval}에 의해 설정된다. 그러므로 MR의 이동 검출 소요 시간 TMD는 RA 메시지 발생 주기의 최소값 T_{RtrAdvInterval}과 근사적으로 같다고 볼 수 있다.

$$T_{MD} \approx T_{RtrAdvInterval} \quad (2)$$

따라서, 식 (1)은 식 (2)에 따라서 식 (3)과 같이 표현될 수 있다.

$$T_{CoADelay} = T_{RtrAdvInterval} + T_{Con} \quad (3)$$

T_{Con}은 CoA 구성시간 T_{CoA}과 DAD에 소요되는 시간 T_{DAD}을 합한 것과 같다. 이때, T_{DAD} >> T_{CoA} 라고 가정할 수 있다.

$$T_{Con} = T_{CoA} + T_{DAD} \approx T_{DAD} \quad (4)$$

DAD에 소요되는 지연 시간은 Neighbor Solicitation 메시지를 보내기 전에 가져야하는 랜덤 지연 시간 Max_Rtr_Solicitation_Delay와 주소 충돌 확인 여부를 통보 받기 위해 기다려야 하는 지연 시간 RetransTimer을 합한 것으로 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$T_{DAD} = \text{Max_Rtr_Solicitation_Delay} + \text{RetransTimer} \quad (5)$$

따라서, 식 (4)는 식 (5)에 의해 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_{Con} \approx \text{Max_Rtr_Solicitation_Delay} + \text{RetransTimer} \quad (6)$$

따라서 Stateless 방식의 TCoADelay는 최종적으로 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_{CoADelay} = T_{RtrAdvInterval} + \text{Max_Rtr_Solicitation_Delay} + \text{RetransTimer} \quad (7)$$

본 논문에서 제안한 방식은 Stateless 방식과 달리 이동 예측이 가능한 환경에서 NAR이 MR의 CoA를 미리 구성하였기 때문에 이동검출 후 DAD 과정이 생략된다. 그러므로 제안한 방식의 CoA 구성 소요 시간은 식 (8)과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_{CoADelay} = T_{RtrAdvInterval} \quad (8)$$

따라서, 식 (7)과 식 (8)을 비교할 때 제안한 방식이 항상

표 1. 성능 분석 파라미터의 설정

Parameter	RFC 3775
RtrAdvInterval	Min : 0.03s
Max_Rtr_Solicitation_Delay	Min : 0 Max : 1s
RetransTimer	1s

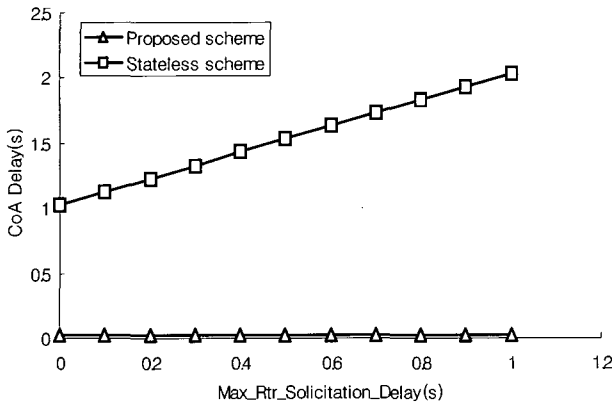


그림 12. CoA 구성 시간 비교

기존의 Stateless 방식보다 작은 $T_{CoADelay}$ 값을 갖게 되는 것을 알 수 있다.

구체적인 값의 비교를 위해 RFC3775[2]에서 변수 값을 얻어 두 방식의 $T_{CoADelay}$ 값을 구하였다. 이때, 각 파라미터 값은 표 1과 같이 규정된다.

그림 12는 Stateless 방식과 제안한 방식의 CoA 구성 소요 시간을 비교한 그림이다. 두 방식의 RA 메시지 주기는 표 1에 따라 0.03초로 설정하였다. 랜덤 지연 시간 Max_Rtr_Solicitation_Delay는 0초~1초의 범위에서 0.1초씩 증가시켰다. 규정된 파라미터 값에 따라 성능 분석한 결과 제안한 방식이 Stateless 방식보다 1초~2초 빠르게 CoA를 구성한다는 것을 확인할 수 있다.

5. 결론

철도차량에 탑재된 MR은 고속으로 이동하기 때문에 MR의 CoA 구성 시간이 길 경우에는 끊임없는 인터넷 서비스를 제공하기가 어렵다.

본 논문에서는 이를 해결하기 위해 철도 차량의 이동을 예측하여 MR이 다른 서브 넷으로 이동할 때 CoA를 빠르게 구성할 수 있는 방안을 제안하였다. 제안된 방식은 MR이 CoA를 구성하지 않고, NAR이 미리 CoA를 구성하기 때문에

MR이 새로운 서브 넷으로 이동하는 경우 RA 메시지를 통해 즉시 CoA를 NAR로부터 획득할 수 있다. 기존의 Stateless 방식에서는 MR이 CoA 구성 과정 중에 DAD 과정을 수행하였지만, 제안된 방식에서는 NAR이 미리 MR의 CoA를 구성하였기 때문에 DAD 과정이 생략될 수 있다. 이와 같이 제안된 방식은 Stateless 방식보다 CoA 구성에 필요한 메시지 처리를 단순화하였기 때문에 CoA 구성 소요 시간을 줄일 수가 있다.

제안된 방식의 성능을 평가하기 위해서 CoA 구성 소요 시간을 수식적으로 모델링해서 비교한 결과 항상 제안된 방식이 기존의 Stateless 방식보다 빠르게 CoA를 구성할 수 있다는 것을 확인하였다.

추후 연구 과제로 첫째는 본 논문에서는 분리되지 않는 선로를 기준으로 제안된 방식을 설명하고 있지만 선로가 분기되는 경우에 있어서도 분기점 직전에 위치하는 AR가 각 분기 선로의 AR에게 모두 동일한 메시지를 전송하면 제안된 방식이 그대로 적용될 수 있다. 다만, 추후로는 다양한 선로 형태를 고려한 연구가 더 필요하다고 생각된다.

둘째로는 본 논문에서는 네트워크 이동성 지원 방안 전체를 제시한 것은 아니다. 네트워크 이동성 지원 방안의 일부인 CoA 구성에 관한 새로운 방법을 제시하고 있다. 따라서 추후로는 CoA 구성외의 다른 부분들 특히 L3 핸드오프가 진행되는 동안 데이터 전송을 효율적으로 수행할 수 있는 새로운 방안에 대한 연구를 수행할 예정이다.

참고 문헌

1. Devarapalli, V., Wakikawa, R., Petrescu, A., and P. Thubert, "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", RFC 3963, January 2005.
2. Johnson, D. Perkins, C. and J. Arkko, "Mobility Supporting IPv6", RFC 3775, June 2004.
3. N. Moore, "Optimistic Duplicate Address Detection", draft-moore-ipv6-optimistic-dad-02, February 2003.
4. Droms, R. Bound, J. Volz, B., Lemon, T., Perkins, C., and M. Carney, "Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)", RFC 3315, July 2003.
5. H. Soliman, C. Castelluccia, K. El-Malki and L. Bellier, "Hierarchical Mobile IPv6 mobility management", draft-ietf-mobileip-hmipv6-08. (work in progress)
6. R. Koodli, et al., "Fast Handovers for Mobile IPv6", draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-06, March 2003.