

네트워크 이동성 환경에서 효율적인 Seamless 핸드오버 프로토콜

김종영*

Efficient Seamless Handover Protocol in Network Mobility (NEMO) Environment

Jongyoung Kim *

요약

본 논문은 네트워크 이동성 환경에서 효율적인 seamless 핸드오버 프로토콜을 제안한다. Yokoda와 4명은 access router 간의 협력으로 로컬에서 fast 핸드오버 기법을 제안하였고 Teraoka 외 1명은 이동 네트워크 환경에서 layer 간의 협력으로 fast 핸드오버를 지원할 수 있는 기법을 제안하였다. 위의 두 프로토콜은 하나의 링크를 통해 패킷을 전송하고 패킷에 대한 우회 방법에 대해 언급하고 있지 않기 때문에 라우터의 링크 불안정시에는 패킷 손실 및 바인딩 갱신이 지연될 수 있다. 제안하는 프로토콜은 이동 네트워크에 있는 라우터간의 협력으로 기존의 프로토콜보다 빠른 바인딩 갱신을 할 수 있고 패킷 손실을 줄일 수 있다.

▶ Keyword : 네트워크 이동성, 끊김없는 핸드오버, 바인딩 갱신

Abstract

In this paper, we propose an efficient seamless handover protocol in NEMO environment. Yokoda et al 4. proposed fast handover method with collaboration of access routers in local network and Teraoka et al. 1 showed fast handover method with collaboration of layers in mobile network. These methods can delay the time of overall binding update and increase packets loss when link of router is unstable because they transport packets through only one path or link of router. And they don't also mention redirection method of packets in their protocol in case of unstable link state of routers. The proposed protocol can execute fast binding update and reduce packets loss with collaboration of routers in mobile network.

▶ Keyword : Network mobility (NEMO), Seamless handover, Binding update

• 제1저자 : 김종영 • 교신저자 : 김종영
• 투고일 : 2011. 07. 12. 심사일 : 2011. 08. 02. 게재확정일 : 2011. 8. 28
* 장안대학 인터넷정보통신학과(Dept. of Internet Communication, Jangan University)

I. 서론

스마트 폰과 PDA 뿐만 아니라 이동 가능한 지능형 장비들의 확산으로 사용자들은 언제 어디서나 인터넷에 접속하여 끊임없는 데이터 송/수신에 대한 욕구가 증가하였다. 유비쿼터스한 인터넷 접속은 기지국의 확대로 인해 어느 정도 해결이 되었으나 끊임없는 데이터 송/수신은 핸드오버시 바인딩 갱신의 지연과 링크 상태의 불안정으로 인해 미흡한 실정이다.

IETF(Internet Engineering Task Force)는 사용자가 언제 어디서나 인터넷에 접속할 수 있도록 모바일 IPv6[1]에 대한 표준화 작업을 진행하였고 현재는 표준화 문서를 갱신 중이다. 또한 모바일 IPv6를 확장한 NEMO(Network Mobility)는 이동 네트워크에 대한 이동성을 지원하기 위한 표준으로, 이동 네트워크에 있는 사용자들은 이동 라우터가 다른 링크로 핸드오버가 일어나도 끊임없는 서비스를 지원받을 수 있다[2-4].

H. Yokota의 4명은 Proxy 모바일 IPv6 환경에서 끊임없는 핸드오버를 지원하기 위한 fast 핸드오버 기법을 제안하였다. 그러나 이 방법은 로컬 핸드오버만을 고려하였고 글로벌 핸드오버시에는 프로토콜에 참여하는 노드가 많아 바인딩 갱신의 지연이 발생할 수 있다[5]. Teraoka의 1명은 L2(layer 2)에서의 trigger로 미리 L3(layer 3) 핸드오버를 준비하는 방식의 fast 핸드오버 프로토콜을 제안하였다[6]. 이 방식은 L2에서의 trigger로 L3는 인접 접속 라우터들의 정보를 빨리 획득하고 핸드오버시 빠른 바인딩 갱신을 수행하지만 바인딩 갱신 동안에는 패킷 손실이 발생한다.

본 논문에서 제안하는 방식은 이동 네트워크에 있는 라우터들간의 협력을 통해 Teraoka 프로토콜을 개선하였다. 이는 두 라우터간의 정보를 공유하고 핸드오버시 메인 링크를 우회하여 패킷 손실을 줄였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문과 관련된 연구, 3장에서는 제안하는 프로토콜에 대해서 살펴본다. 4장에서는 제안하는 프로토콜을 분석한다. 5장에서는 결론을 통해서 논문을 마무리한다.

II. 관련 연구

NEMO[2]는 이동네트워크에 존재하는 많은 노드들에게 투명한 네트워크 이동성을 지원하기 위해 제안되었다. 이동 네트워크는 네트워크 노드들과 이동 라우터들로 구성된다. 먼

저 핸드오버 처리는 다음과 같다.

이동 라우터가 외부 네트워크로 이동했을 때 먼저 외부 네트워크에서 프리픽스 정보를 획득하여 IPv6의 기능인 주소 자동 설정 방법을 이용하여 의탁주소(CoA, care-of address)를 구성한다. 그런 다음 이동 라우터는 새롭게 구성된 의탁주소를 자신의 홈 에이전트(HA, home agent)에게 등록한다. 이 과정이 바인딩 갱신이다. 모바일 네트워크 노드(MNN, mobile network node)는 이동 라우터에 연결할 때 모바일 라우터의 프리픽스 정보를 이용하여 새로운 의탁주소를 구성한다. 이 과정이 끝난 후에 모바일 네트워크 노드는 자신의 홈 에이전트와 바인딩 갱신을 수행한다. 다음으로 메시지 전달 과정을 살펴보면 다음과 같다. 모바일 네트워크 노드와 통신하고 있는 대응 노드(CN, correspondent node)는 모바일 네트워크 노드의 의탁주소로 패킷을 전송하면 중간에서 모바일 네트워크 노드의 홈 에이전트가 이 메시지를 가로챈다. 그런 다음 이동 라우터에게 전달하면 이동 라우터의 홈 에이전트가 또한 가로채어 자신의 이동 라우터에게 전달한다. 이동 라우터는 수신한 메시지를 자신의 이동 네트워크에 있는 모바일 네트워크 노드에게 전달한다. 이 방식은 fast 핸드오버와 경로 최적화를 수행하지 않기 때문에 패킷 손실과 지연이 발생할 수 있다.

H. Yokota 외 4명은 proxy 모바일 IPv6를 위한 fast 핸드오버 기법을 제안하였다[3]. 이 방식은 LMA(local mobility anchor)기반의 로컬 핸드오버 처리 기법으로서, 이동노드가 새로운 AN(access network)에 들어가기 전에 미리 이전 AN에서 핸드오버에 대한 징조를 현 AR(access router)에게 알린다. 그러면 현 AR는 새로운 AR와 통신을 통해 미리 핸드오버를 할 수 있는 준비와 필요한 정보를 획득하여 이동 노드에게 전달한다. 그런 다음 핸드오버가 발생하면 미리 현 AR로부터 획득한 프리픽스 정보를 이용하여 주소를 구성하고 바인딩 갱신을 빠르게 수행한다. 이 방식에서는 글로벌 핸드오버 처리가 명시되어 있지 않으며 확장한다 해도 많은 계층적 노드들간의 메시지 전달로 fast 핸드오버가 처리되기 때문에 계층적 노드 간의 트래픽 손실이 발생할 수 있어 바인딩 갱신이 지연 될 수 있다.

Teraoka 외 1명은 NEMO 환경에서 L2 trigger를 이용하여 L3에서 fast 핸드오버를 지원할 수 있는 기법을 제안하였다[6-7]. 이 방식은 L3 핸드오버가 발생하기 전에 L2에서 L2 핸드오버를 처리하고 L3에서 미리 핸드오버를 처리할 수 있도록 Trigger를 전달한다. 그런 다음 L3에서는 미리 인접 AR의 정보를 획득하기 위한 절차를 진행한다. 이 절차에는 DAD(detection address duplicate) 과정도 포함된다. 이

를 통해 미리 글로벌 핸드오버가 일어나기 전에 사전 준비를 완료한다. 글로벌 핸드오버가 발생했을 때 미리 획득한 의탁 주소로 자신의 홈 에이전트와 바인딩을 수행한다. 이 방법 역시 빠른 바인딩 갱신을 수행하지만 바인딩 시 link 상태가 불안정하거나 바인딩 갱신 과정 동안에는 패킷 손실이 발생할 수 있다.

III. 제안하는 프로토콜

1. 환경설정 및 가정

이동 네트워크 구성은 모바일 네트워크 노드 MNN과 이동 라우터 MR1과 MR2로 구성한다. 각각의 이동 라우터는 성능에 차이가 있다. 예를 들어, MR1의 경우는 10Mbps를 전송할 수 있으나 핸드오버시 링크상태가 불안정하여 5Mbps이하의 속도로 서비스를 할 수 있고 MR2의 경우는 핸드오버시에도 꾸준히 5Mbps를 전송할 수 있다.

이런 환경 설정은 빠른 패킷 전송 속도가 링크 상태의 불안정으로 인해 패킷 손실이 발생할 수도 있기 때문에 현실적이다. 그림 1은 제안하는 프로토콜의 네트워크 이동성 환경을 나타낸다.

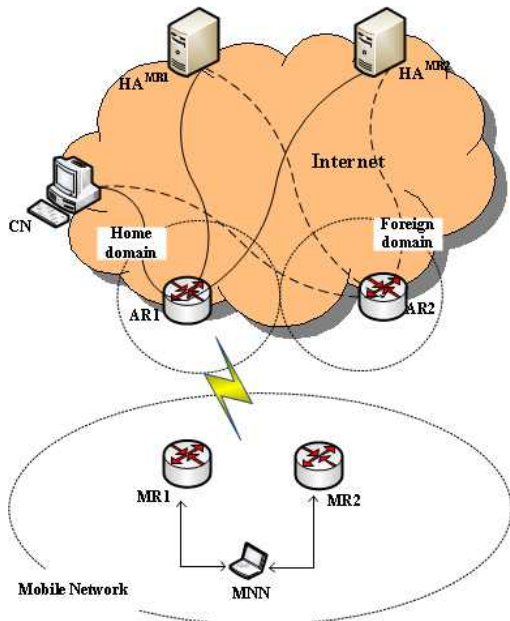


그림 1. 제안하는 네트워크 이동성 환경
Fig. 1. Proposed network mobility environment

2. 프로토콜

NEMO 환경에서 제안하는 seamless 핸드오버 프로토콜의 처리과정은 그림 2와 같다.

먼저 각각의 이동 라우터 MR1과 MR2는 L2 핸드오버 처리한다. 그런 다음, fast 핸드오버를 지원하는 MR1은 REQ-Info-n_AR 메시지를 인접 라우터인 n-AR에게 전송한다. 이를 수신한 n-AR는 MR1이 현 네트워크에서 새로운 의탁 주소를 구성할 수 있도록 프리픽스를 포함한 네트워크 정보를 MR1에게 전송한다. RES-Info-n_AR 메시지를 수신한 MR1은 n-AR의 프리픽스 정보를 이용하여 의탁 주소를 생성하고 DAD(detection address duplicate) 검사를 한다. 또한 핸드오버시 링크 상태의 불안정으로 인해 패킷 손실에 대한 대비로 같은 이동 네트워크에 있는 MR2에게 n-AR의 프리픽스 정보를 전달한다. 이를 수신한 MR2는 MR1과 같이 새로운 의탁 주소를 구성하고 DAD 검사를 수행한다. 사실, MR2는 fast 핸드오버를 지원하지 않기 때문에 MR1의 도움 없이는 핸드오버가 발생한 후에 새로운 의탁 주소를 생성해야 한다. 이는 핸드오버의 지연이 발생할 수 있다.

MR1은 REQ-RP 메시지를 통해 핸드오버가 일어나기 전에 자신에게 들어오는 패킷을 핸드오버 발생 후에 MR2의 홈 에이전트인 HAMR2에게 전송해 줄 것을 요청한다.

핸드오버가 발생한 후, MR1의 링크가 불안정한 상태가 되어 인접 라우터를 통한 자신의 홈 에이전트 HAMR1과 바인딩 갱신을 할 수 없다. 이 때 MR1으로 향하는 패킷은 RP(redirection of packets) 메시지를 통해 HAMR2에게로 전달된다. MR1에 비해 MR2는 느린 속도로 인해 바인딩 갱신이 지연 될 수 있으나 안정적인 링크 상태와 이전에 MR1의 도움으로 미리 구성한 의탁주소로 바인딩 갱신을 자신의 HAMR2 및 CN과 수행할 수 있다. 그런 후에, HAMR2는 이전 AR로부터 수신한 MR1으로 향하던 패킷들을 MR2에게 전송한다. MR2는 수신한 패킷을 같은 이동 네트워크에 있는 MR1에게 전달한다. MR1의 불안정한 링크는 외부로 나가는 링크이기 때문에 내부에서는 기존의 빠른 속도로 데이터를 송/수신할 수 있다. 그런 후에 링크 상태가 안정화되고 자신의 홈 에이전트인 HAMR1 및 CN과 바인딩 갱신을 수행한다. 새로운 채널이 형성되고 MR1은 기존의 빠른 데이터 서비스를 다시 수행할 수 있게 된다. MR2는 MR1이 바인딩 갱신을 수행한 후에 본래 자신의 통신 서비스를 네트워크 노드들에게 서비스하게 된다.

제안하는 방식은 fast 핸드오버를 지원하는 MR1의 도움으로 MR1뿐만 아니라 MR2도 빠른 의탁 주소를 구성하여 바인딩 갱신 준비를 할 수 있었으며, MR1의 링크 불안정 상태

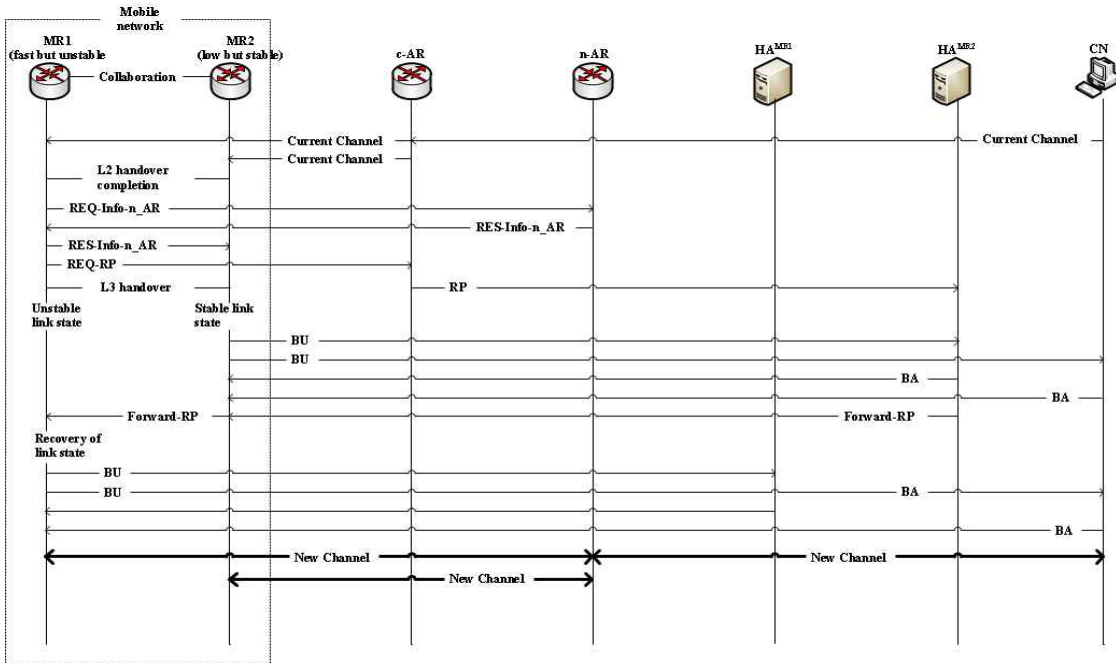


그림 2. NEMO 환경에서 Seamless 핸드오버
Fig. 2. Seamless handover in NEMO environment

시 패킷 손실이 일어날 수 있는 가능성을 MR2의 HA로 우회하여 안정적인 링크로 바인딩 갱신을 수행한 MR2의 도움으로 패킷 손실 가능성을 줄였다.

IV. 분석

1. 핸드오버 선/후 처리 가능여부 분석

다음의 표 1은 핸드오버 발생시 처리해야 할 요소들에 대해 선/후 처리가 가능한지를 통해 분석한 결과이다. 전체 핸드오버 시간에 영향을 주는 요소는 L2 핸드오버 시간, care-of address 구성시간, 주소 중복 검사(DAD, detection address duplicate) 시간, 불안정한 링크 지속(USL, unstable link) 시간, 바인딩 갱신(BU, binding update) 및 바인딩 응답(BA, binding acknowledgement) 시간이다. USL을 고려한 이유는 실생활에서 하나의 링크를 통해 패킷을 수신하는 경우가 대부분이며 링크 불안정(특히, 핸드오버시)으로 연결 지연이 될 경우가 종종 발생하기 때문이다. 이럴 경우, 링크 안정화 복구 시간은 핸드오버시 전체 핸드오버 처리 시간에 상당한 영향을 미칠 수 있다. L2 핸드오버는

AP와의 링크 단절로 발생하며 L3 핸드오버는 AR와의 링크 단절로부터 발생한다. 전체 핸드오버 처리시간은 이 두과정을 합쳐 계산된다. 먼저, NEMO[2]의 경우에는 fast or smooth 핸드오버를 지원하지 않기 때문에 핸드오버가 발생한 후에 모든 과정을 후처리해야 하기 때문에 다른 기법들에 비해 전체 핸드오버 처리 시간이 가장 길 수 있다. [5]의 경우는 이동 네트워크 환경이 아닌 모바일 IPv6 환경을 고려했기 때문에 약간의 차이가 있을 수 있으나 처리 과정은 비슷하다. [5]는 fast 핸드오버를 지원하고 있기 때문에 L2 핸드오버와 CoA구성 및 DAD는 선처리가 가능하다. 하지만 BU와 BA는 핸드오버 후에 처리해야하며 링크가 불안정할 경우에는 복구 방법에 대해 언급하고 있지 않기 때문에 핸드오버가 지연될 수 있다. [6]은 이동네트워크 환경에서 fast 핸드오버를 지원하기 때문에 [5]와 같이 L2 핸드오버와 CoA 구성 및 DAD는 선처리가 가능하지만 USL과 BU 및 BA는 후처리를 해야 한다. 마지막으로 제안하는 방식은 이동 네트워크 환경에서 fast 핸드오버를 지원하기 때문에 L2와 CoA 구성 및 DAD는 [5-6]와 같이 선처리 가능하다. 더욱이 멀티호핑을 지원하기 때문에 USL 발생시 다른 링크로 패킷을 우회에 전송 가능하기 때문에 핸드오버 지연이 발생하지 않는다.

표 1. 전체 핸드오버 선/후처리 기능여부 비교

Table 1. Comparisons of whether the preprocessing and postprocessing of total handover courses are feasible or not

	핸드오버 발생시 선/후처리 기능여부					
	L2 핸드오버	L3 핸드오버				
		CoA 구성	DAD	USL	BU	BA
[2]	후처리	후처리	후처리	미지원 (링크 안정화 복구 시간 필요)	후처리	후처리
[5]	선처리	선처리	선처리	미지원 (링크 안정화 복구 시간 필요)	후처리	후처리
[6]	선처리	선처리	선처리	미지원 (링크 안정화 복구 시간 필요)	후처리	후처리
Proposed method	선처리	선처리	선처리	지원	후처리	후처리

L2: L2 핸드오버 처리 시간 / CoA 구성: CoA 구성 시간
 DAD: 주소 중복 검사 시간 / USL: 불안정한 링크 지속 시간
 BU: 바인딩 갱신 메시지 처리 시간
 BA: 바인딩 응답 메시지 처리 시간

2. 패킷 손실 가능성 분석

패킷 손실은 L3 핸드오버 시에 발생한다. 더욱이 핸드오버 과정이 지연될 경우 패킷 손실은 더욱 커질 수 있다. 위의 표 1에서 [2]는 모든 과정을 핸드오버가 발생한 후에 처리해야 하기 때문에 핸드오버 처리 시간이 길며 이는 패킷 손실 가능성이 커지게 된다. 더욱이 링크가 불안정할 경우에는 패킷 손실 가능성은 더욱 커지게 된다. 그에 비해 [5]과 [6]는 L2와 CoA구성 및 DAD검사는 핸드오버 전에 처리할 수 있기 때문에 [1]보다는 fast 핸드오버를 처리할 수 있기 때문에 패킷 손실 가능성이 적지만 링크가 불안정할 경우에는 [2]와 같이 링크 복구 시간까지 패킷 손실 가능성이 커진다. 그러나 제안하는 방식은 [5-6]와 같이 L2와 CoA 구성 및 DAD 과정은 선처리가 가능하여 fast 핸드오버를 할 수 있으며 더욱이 링크가 불안정할 경우에도 다른 링크를 통해 패킷을 우회하여 전달 받을 수 있기 때문에 패킷 손실 가능성이 거의 없다.

드오버 처리 시간과 패킷 손실 가능성을 보였다. 향후에는 중첩된 NEMO환경에서 실제 시뮬레이션을 통해 제안하는 프로토콜을 확장할 것이다.

참고문헌

[1] C. Perkins, D. Johnson, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", Internet Engineering Task Force (IETF) Request for Comment (RFC) draft-ietf-mext-rfc3775bis-13 (work in progress), Mar. 2011.
 [2] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu, and P. Thubert, "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", RFC 3963, Jan. 2005.
 [3] Wallace D. T. and Shani A., "Review of Multihoming Issues Using the Streaming Control Transmission Protocol", IEEE Communications Survey & Tutorials, vol.13, pp.1-14, Jun. 2011.
 [4] Mase K., "Layer 3 wireless mesh networks: mobility management issues", IEEE Communications Magazine, vol.49, pp.156-163, July 2011.

V. 결론

본 논문에서는 네트워크 이동성 환경에서 라우터간의 협력으로 효율적인 seamless 핸드오버 기법을 제안하였다. 제안하는 기법은 핸드오버 발생시 L2 핸드오버, CoA 구성 및 DAD는 선처리가 가능하였고 기존의 프로토콜과 달리 링크가 불안정할 경우에도 링크 우회를 통해 링크 안정화 복구 시간을 줄였다. 이런 방법은 기존에 제안된 프로토콜보다 적은 핸드

- [5] H. Yokata, K. Chowdhury, R. Koodli, B. Patil, and F. Xia, "Fast Handover for Proxy Mobile IPv6", IETF RFC 5949, Sep. 2010.
- [6] Tetsuya Arita and Fumio Teraoka, "Providing a High-Speed Train with a Broadband NEMO Environment", AINTEC'10, pp.64-71, Nov. 2010.
- [7] Yunsop Han and Fumio Teraoka, "SCTPmx: An SCTP Fast Handover Mechanism Using a Single Interface Based on a Cross-Layer Architecture", IEICE Transactions on Communications, vol.E9 2-B, pp.2864-2873, Sep. 2009.

저 자 소 개



김 종 영

1996 : 한양대학교 전자계산학과
공학사

1998 : 한양대학교 전자계산학과
공학석사

현 재 : 장안대학교 인터넷정보
학과 겸임 교수

관심분야 : 컴퓨터 보안, 모바일
컴퓨팅

Email : kimjongyoung@gmail.com