

NEMO 네트워크에서의 자원예약과 버퍼링 방안

김희진, 변해선, 이미정
이화여자대학교 컴퓨터정보통신학과
e-mail:{hjjin_kim, ladybhs}@ewhain.net, lmj@ewha.ac.kr

Resource Reservation and Buffering Mechanism for NEMO Networks

Heejin Kim, Haesun Byun, Meejeong Lee
Dept of Computer Science & Engineering,
Ewha Womans University

요 약

핸드오버가 발생하는 NEMO(NETwork MObility) 환경에서 주요 이슈 중 하나는 MR(Mobile Router)이 핸드오버 하는 동안에도 NEMO 네트워크 내의 MNN(Mobile Network Node)들에게 지속적인 QoS(Quality of Service)를 보장해주는 것이다. 이를 위해 MR의 등록과 자원예약 프로세스가 완료되기까지의 지연시간을 최소화하는 것이 중요하다. 또한 MR이 핸드오버 하는 동안 네트워크상에 전달되고 있는 데이터 패킷들의 손실을 최소화해야 한다. 이에, 본 논문에서는 NEMO 네트워크에서의 자원예약 트리거와 버퍼링 방안을 제안한다. 제안하는 방안에서는 MR이 새로운 경로와 이전 경로가 만나는 지점의 노드인 CRN(CRrossover Node)에게 NOTIFY 메시지를 보내 새로운 경로 상에 자원예약 셋업이 빨리 시작하도록 트리거 하였고, 자원예약이 수행되고 있는 동안 인터넷상에 전송중인 데이터 패킷들의 손실을 줄이기 위해 CRN에서 버퍼링하도록 하였다.

1. 서론

멀티호밍(Multihoming)은 하나의 노드가 여러 개의 인터페이스를 가지는 것 혹은 노드가 접속한 링크 상에 하나 이상의 프리픽스(prefix)를 할당 받는 것을 의미한다. 이 개념은 부하(Load)의 공유와 균형화, 사용자의 선호도 반영, 하부 네트워크의 특성상 대역폭 할당에 제한이 있어서 하나의 인터페이스만으로 사용자나 응용 프로그램이 요구한 대역폭을 모두 만족할 수 없는 경우, AP(Attachment Point)의 failure에 효과적으로 대응하여 높은 신뢰성 제공 등의 목적으로 서비스 되었으며, 이는 곧 멀티호밍의 장점으로 부각되었다[1].

한편, NEMO(NETwork MObility) 네트워크는 하나 혹은 그 이상의 IP 서브넷으로 구성된 환경으로, 네트워크의 부분 혹은 하나의 서브넷이 이동할 수

있다는 특징을 지닌 특수한 형태의 네트워크이다. NEMO 네트워크에서의 이동성 지원은 MR(Mobile Router)라고 불리는 게이트웨이에 의해서 이루어진다. MR은 외부 인터넷과의 연결을 위하여 자신의 HoA(Home Address)와 CoA(Care-of Address)를 홈 에이전트(Home Agent:HA)에게 등록하며, 자신 내부의 MNN(Mobile Network Node)들을 위해 네트워크의 근접 프리픽스를 HA에게 알린다[2].

NEMO 네트워크는 표면적으로는 MR로 대표되는 하나의 모임으로 보이지만, 실제적으로 MR 내부에는 수많은 고정 단말 혹은 이동 단말들이 포함된다. 따라서 MR과 HA간 요구되는 자원의 양은 MR 내부에 포함된 MNN들의 수와 각 MNN들이 요구하는 자원의 양에 따라 차이가 난다. 이러한 NEMO 네트워크 환경에서 하나의 인터페이스만으로 MNN들이 요구한 대역폭을 모두 만족시킬 수 없는 경우, 멀티호밍을 사용하는 것이 효율적이다. 또한 MR은 HA와 양방향 터널을 설립하여 MNN들의 자원예약

본 논문은 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터(ITRC) 육성사업(C1090-0603-0036)의 지원에 의해 수행되었음

요청을 군집(Aggregation)하여 수행함으로써 MR과 HA간 데이터 경로 상에 시그널링 및 플로우별 상태 정보를 줄일 수 있다.

NEMO에서 MNN들은 MR을 통하여 외부 단말과 통신을 하기 때문에 MR의 핸드오버는 내부의 MNN들에 대한 통신 두절 및 품질 저하를 야기할 수도 있다. 따라서 MR이 핸드오버 하는 동안에도 NEMO 네트워크 내의 MNN들에게 지속적인 QoS를 보장해주는 것이 중요하다. 이를 위해 MR의 등록과 자원예약 프로세스가 완료되기까지의 지연시간을 최소화해야 한다. 또한 MR이 핸드오버 하는 동안 네트워크상에 전달되고 있는 데이터 패킷들의 손실을 최소화해야 한다.

이에, 본 논문에서는 NEMO 네트워크에서의 자원예약 트리거와 버퍼링 방안을 제안한다. 제안하는 방안에서는 MR이 HA에게 BU(Binding Update)를 보냄과 동시에 새로운 경로와 이전 경로가 만나는 지점의 노드인 CRN(Crossover Node)에게 NOTIFY 메시지를 보내 새로운 경로 상에 자원예약 셋업을 빠르게 수행하도록 하였다. 또한 새로운 경로 상에 자원예약이 수행되고 있는 동안 네트워크상에 전송 중인 데이터 패킷들의 손실을 줄이기 위해 CRN에서 버퍼링하도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어, 2장에서는 멀티홈드 NEMO 환경에서의 자원예약 매커니즘 및 문제점에 대해 기술한다. 그리고 3장에서는 본 논문에서 제시하는 자원예약과 버퍼링방안에 대해 자세히 설명을 하며, 마지막 4장에서는 결론을 맺는다.

2. 멀티홈드 NEMO 환경에서의 자원예약

이 장에서는 멀티홈드 MR의 등록이 HA에게 완료된 이후, 자원예약을 수행하는 과정에 대해 설명한다. 자원예약을 위한 시그널링 프로토콜은 NSIS를 사용한다. NSIS(Next Steps in Signaling)는 상이한 QoS 모델을 지원하는 네트워크 도메인들로 구성된 전달 네트워크상에서 종단간 QoS 시그널링을 제공하는 차세대 시그널링 프로토콜이다[3].

그림 1은 멀티홈드 MR의 자원예약 과정을 나타내고 있다. 그림 1에서는 CN이 데이터 송신자이고, MNN이 데이터 수신자일 때, MR이 무선 네트워크에서의 부하 균형을 위해 멀티호밍을 사용하는 상황을 가정하였다. 또한 MR과 HA간에는 군집 이점을 얻기 위해 경로 최적화를 사용하지 않고 항상 HA를

통해 통신하며, 터널 경로 상의 자원예약과 종단 간 자원예약을 병렬적으로 수행하는 병렬 모드(Parallel Mode)[4]를 사용한다고 가정하였다.

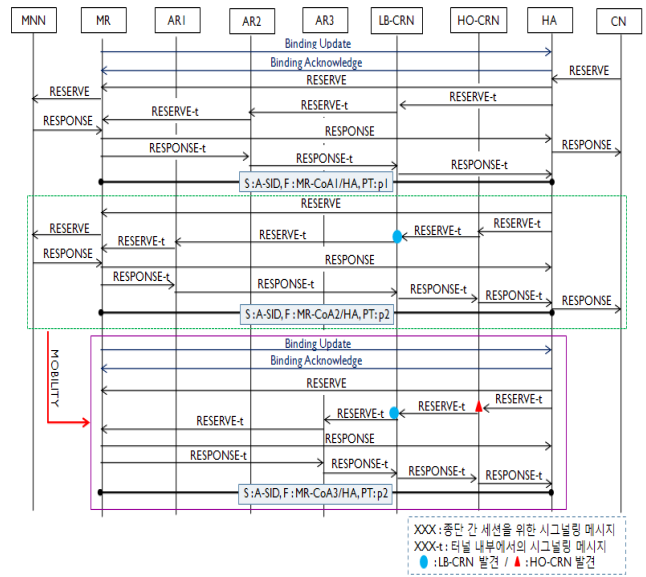


그림 1. NEMO 네트워크에서의 자원 예약

MR은 HA에게 BU 메시지를 보내어 인터페이스 1의 CoA1와 인터페이스 2의 CoA2를 등록하고, HA는 MR에게 BA 메시지를 보내 등록이 완료됐음을 알린다.

데이터 송신자인 CN은 MNN과 QoS가 보장되는 통신을 하기 위하여 RESERVE 메시지를 이용하여 자원예약 과정을 시작한다. CN의 RESERVE 메시지를 수신한 HA는 MR과 터널을 설립하고 있기 때문에, 종단 간 자원예약을 위해 RESERVE 메시지를 보냄과 동시에 RESERVE-t 메시지를 보내 터널 내부의 자원예약 매커니즘을 시작한다. 그리고 터널 내부의 자원예약 완료를 알리는 RESPONSE-t 메시지와 종단 간 자원예약이 완료되었음을 알리는 RESPONSE 메시지를 기다린다. 이때, 시그널링 메시지가 전달되는 경로 상에 있는 모든 NSIS 노드들은 전송된 메시지 내부에 포함된 SID(Session ID), FID(Flow ID), PT(Path Type) 등과 같은 상태정보를 유지한다.

CN이 요구한 자원을 충분히 확보할 수 없는 경우 HA는 MR의 또 다른 인터페이스인 인터페이스 2의 CoA2로 자원 예약을 수행한다. 그림 1에서와 같이, 인터페이스 2의 CoA2로의 자원 예약을 수행하는 도중 시그널링 메시지를 수신한 노드가 자신이 유지하고 있는 상태정보와 SID는 동일하지만 PT와 FID가 다른 시그널링 메시지를 받았을 때

LB-CRN(LoadBalancing CRN)이 된다. LB-CRN은 동일한 세션에 대해 둘 이상의 인터페이스 상으로 트래픽을 분할하여 전달하는 역할을 담당한다. 따라서 LB-CRN은 기본적인 NSIS 메시지 처리 외에 추가적으로 자신을 통과하는 세션에 대한 동일 여부 판단이 가능해야 하며, 동일 세션에 대한 인터페이스 별 자원예약 상태 처리가 필요하다.

MR의 멀티 인터페이스 중 인터페이스 2의 접속 네트워크가 변경되어 새로운 CoA3을 획득했다면 MR은 새로운 CoA3을 HA에게 등록한다. HA는 새로운 CoA3으로 자원 예약을 수행한다. 그림 1에서와 같이, 인터페이스 2의 CoA3로의 자원 예약을 수행하는 중 시그널링 메시지를 수신한 노드가 유지하고 있는 상태 정보와 SID와 PT는 동일하지만 FID가 다른 시그널링 메시지를 받았을 때 HO-CRN(HandOver CRN)이 된다. 핸드오버의 결과로 나타나는 HO-CRN도 NSIS 메시지 처리가 가능한 노드로서, 추가적으로 이동에 따른 미사용 경로에 대한 자원 해지 수행을 한다.

논문 내에서는 MNN은 CN과의 통신을 하기 위해서 MR의 HA를 지나는 역 터널을 이용한다고 가정한다. 그리하여 LB-CRN과 HO-CRN은 MR에서 HA까지 이르는 경로 상에서 발견이 된다. 하지만 MR에서 HA까지의 경로 상에서 CRN을 발견하지 못하는 경우에 있어서는 HA가 CRN으로서의 동작을 수행하게 된다.

MR이 일부 인터페이스가 핸드오버 하는 동안에도 MNN들에게 지속적인 QoS를 보장해 줄 수 있어야 한다. 그러나 MR의 등록과 자원예약 프로세스가 완료되기까지의 지연시간이 길 수 있고, 이전 CoA로 전달되고 있는 데이터 패킷들이 손실될 수 있다.

3. 제안하는 방안

이 장에서는 제안하는 NEMO 네트워크에서의 자원예약과 버퍼링 방안에 대해 설명한다.

MR은 핸드오버 후, HA에게 BU를 보내 자신의 새로운 CoA를 등록한다. BU를 받은 HA는 MR에게 BA(Binding Acknowledge)를 보낸다. 또한 MR이 핸드오버 했음을 인식하고 MR과 HA간 터널 상에 자원 재예약을 위해 RESERVE 메시지와 RESERVE-t 메시지를 보낸다. 제안하는 방안에서는 HA의 QoS NSLP가 RESERVE 메시지와 RESERVE-t 메시지 전송을 트리거 하도록 MIP와 NSIS 간 Mobility API를 정의하였다. 그림 2는

MIP 프로토콜과 NSIS 프로토콜이 Mobility API를 통해 연계되어 있는 구조를 보여주고 있다. MIP는 QoS-NSLP에게 Mobility API를 통해 MR의 새로운 CoA를 전달한다. QoS-NSLP는 MR의 CoA를 받으면, MR의 새로운 경로 상의 자원예약 및 갱신을 위해 RESERVE-t와 RESERVE 메시지를 보낸다.

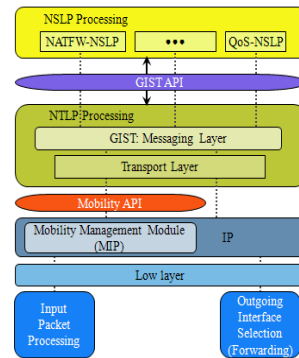


그림 2. NSIS와 MIP 사이의 Mobility API

한편, 제안하는 방안에서는 MR이 HA에게 BU를 보낼과 동시에, 새로운 경로로 NOTIFY-t 메시지를 보내도록 하였다. NOTIFY-t 메시지는 HO-CRN에게 이전 경로로 전달되는 데이터 패킷에 대해서 버퍼링하도록 지시하며, 새로운 경로 상에 자원 예약을 시작하고, 이전 경로 상에 자원을 해지하도록 지시하는 메시지이다. 그림 3은 제안하는 방안에서의 NOTIFY-t 메시지를 보여준다. 그림 3과 같이 제안하는 방안 적용을 위해 2개의 플래그를 새롭게 정의하였다. H 플래그는 HO-CRN이 발견됐음을 알리기 위한 플래그로서 임의의 NSIS 노드가 MR의 HO-CRN인 경우 1로 설정한다. L 플래그는 LB-CRN이 발견됐음을 알리기 위한 플래그로서 임의의 NSIS 노드가 LB-CRN인 경우 1로 설정한다.

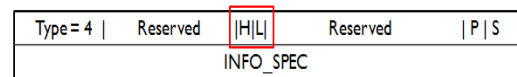


그림 3. NOTIFY-t 메시지

MR이 보낸 NOTIFY-t 메시지는 새로운 경로 상으로 전달되면서 HO-CRN과 LB-CRN을 만나게 된다. HO-CRN과 LB-CRN를 만나게 되는 경우는 다음과 같이 세 가지 시나리오로 만들어진다. 그림 4를 통해 각 시나리오를 설명하도록 하겠다.

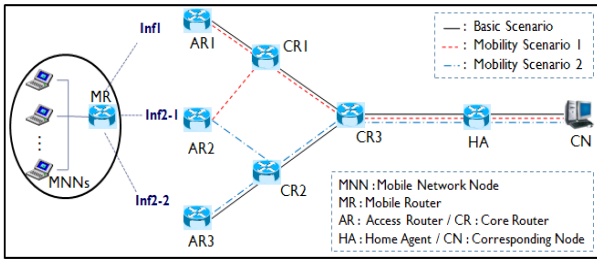


그림 4. NEMO 네트워크에서의 이동 시나리오

첫 번째 시나리오는 LB-CRN이 HO-CRN보다 먼저 발견되는 상황으로, 그림 4에서 Inf 2-2의 경로(AR3→CR2→CR3→HA)에서 Inf 2-1의 경로(AR2→CR1→CR3→HA)로 이동된 경우를 나타낸다. 이 경우에는 먼저 만나게 되는 CR1이 LB-CRN이 되며, CR3이 HO-CRN이 된다. CR1이 NOTIFY-t 메시지를 수신하게 되면, L 플래그를 설정하며, HO-CRN을 만날 때까지 전달한다. HO-CRN이 되는 CR3은 메시지를 수신하게 되면 Inf 2-2로 향하는 데이터 패킷을 버퍼링하고, L 플래그가 설정된 메시지를 받았기 때문에 더 이상의 전달 없이 NOTIFY-t 메시지를 폐기한다.

두 번째 시나리오는 HO-CRN이 LB-CRN보다 먼저 발견되는 상황으로, 그림 4를 예로 들면 Inf 2-2의 경로(AR3→CR2→CR3→HA)에서 Inf 2-1의 경로(AR2→CR2→CR3→HA)로 이동된 경우를 나타낸다. 이 경우에는 CR2가 HO-CRN이고, CR3이 LB-CRN이 된다. CR2는 NOTIFY-t 메시지를 수신하게 되면, H 플래그를 설정한 후에 이 메시지를 다음 노드로 전달한다. 그리고 Inf 2-1로 향하는 데이터 패킷을 버퍼링한다. 전달된 NOTIFY-t 메시지를 받은 CR3은 자신이 MR에 대한 LB-CRN임을 인지하고, H 플래그가 설정된 메시지를 받았으므로 더 이상의 전달 없이 NOTIFY-t 메시지를 폐기한다.

세 번째 시나리오는 CR3 이후에 HO-CRN과 LB-CRN이 발견되는 경우로, 이 경우는 HO-CRN과 LB-CRN이 동일하다. 그래서 HO-CRN과 LB-CRN으로 인지된 하나의 노드가 동시에 H 플래그와 L 플래그를 설정하기 때문에 더 이상의 전달 없이 해당 노드에서 폐기한다.

NOTIFY-t 메시지를 수신한 HO-CRN은 이전 경로로 가는 데이터를 버퍼링하기 위한 버퍼를 준비하고, 이전 경로 상의 자원 예약을 해지하기 위한 Terdwon 플래그를 설정한 RESERVE 메시지를 보낸다. 이 메시지를 수신한 노드들은 현재 수신한 NOTIFY-t 메시지 내의 SID, 이전 FID 그리고 PT

에 대한 자원 예약을 해지한다. 이는 이전 경로 상의 자원 예약 해지를 빠르게 수행하여, 추후에 다른 통신에 대한 자원예약이 효율적으로 이루어질 수 있도록 하기 위해서다. HO-CRN은 또한 새로운 경로 상의 자원 예약 수행을 위한 RESERVE-t를 전송한 후 예약 완료를 알리는 RESPONSE-t 메시지를 수신하면, 버퍼링하고 있던 데이터를 MR로 전송한다.

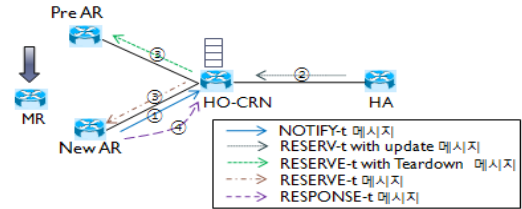


그림 5. HO-CRN의 동작

4. 결론

본 논문에서는 멀티홈드 NEMO 네트워크에서의 자원예약과 버퍼링 방안을 제안한다. 제안하는 방안에서는 MR이 새로운 경로와 이전 경로가 만나는 지점의 노드인 CRN에게 NOTIFY 메시지를 보내 새로운 경로 상에 자원예약 셋업이 빨리 시작하도록 트리거 하였고, 자원예약이 수행되고 있는 동안 인터넷 상에 전송중인 데이터 패킷들의 손실을 줄이기 위해 CRN에서 버퍼링하도록 하였다. 제안하는 방안은 지연에 어느 정도 민감하지 않으면서, 데이터의 손실 여부가 중요한 데이터 트래픽 전달에 있어서 효율성을 제공할 것으로 기대된다.

현재, 제안하는 방안의 성능 평가를 위해 OPNET 12.0 시뮬레이터를 이용한 구현을 진행하고 있다. 그리하여 패킷 지연 정도와 패킷 손실률 등과 관련된 성능을 비교할 것이다.

참고문헌

[1] T. Ernst, N. Montavont, R. Wakikawa, E. Paik, C. Ng, K. Kuladinithi and T. Noel, "Goals and Benefits of Multihoming", draft-multihoming-generic-goals-and-benefits-02, October 2005
 [2] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu, P. Thubert, "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", RFC 3963, January 2005
 [3] R. Hancock, G. Karagiannis, J. Loughney, S. Van Den Bosch, "Next Steps in Signaling(NSIS): Framework", RFC 4080, June 2005
 [4] J. Manner, G. Karagiannis, A. McDonald, "NSLP for Quality-of-Service Signaling", draft-ietf-nsis-qos-nslp-12.txt, October 20