

Nested Mobile Network에서 LMN을 위한 경로 최적화 방안

*신민철, *김상복, **조인휘
*한양대학교 대학원 전자컴퓨터통신공학과
**한양대학교 정보통신학부

e-mail : smc516@lycos.co.kr, sangbok@swu.ac.kr, iwjoe@hanyang.ac.kr

Route Optimization for LMN in Nested Mobile Network

*MinChul Shin, *SangBok Kim, **InWhee Joe
Department of Electronics and Computer Engineering
Hanyang University

Abstract

[1],[2]의 드래프트 문서에서는 Mobile Network 내부에 HA를 두고 이동하는 Mobile Node를 LMN(Local Mobile Node)라 정의하고 있다. NEMO Basic Support를 기반으로 Nested Mobile Network에서 LMN의 이동에 대한 패킷 전송 경로를 가정 할 때 이 경로는 일반적인 Nested NEMO의 경우 보다 상당히 복잡한 경로를 가지게 된다. 본 논문에서는 이러한 LMN이 이동할 경우 패킷 전송경로에 대해 분석하고, Nested NEMO에 MANET을 적용하여 LMN의 이동에 대한 경로 최적화 방안을 제안하고자 한다.

1. 서론

Network Mobility에 대한 연구는 MN가 MR와 같이 그룹화되어 이동할 때 MR 하부에 있는 MN의 이동성을 지원하기 위한 연구로 시작되었다. 이후 NEMO Basic Support가 표준화 되었고, MR을 중심으로 하는 MN의 그룹들이 중첩되는 Nested NEMO에 대한 모델에 대한 연구로 발전되었지만, NEMO Basic Support를 따르게 될 경우, 각 MR의 HA를 경유하여 패킷이 전송되는 Pinball Routing 문제가 발생하여 이 문제를 해결하고자 하는 많은 제안이 발표되고 있다. LMN은 [1],[2]에서 언급되어지고 있으며, 본 논문에서는 LMN이 존재하는 복잡한 Nested NEMO에서의 경로 최적화를 위해 Nested NEMO내부에 MANET을 적용하여 경로최적화를 위한 제안 모델을 소개하고자 한다.

2. LMN의 Pinball Routing 문제와 기존 제안 방안

Nested NEMO에서 가장 큰 문제로 언급되고 있는 Pinball Routing 문제를 해결하기 위해 여러 연구 및 드래프트 문서에서 RRH, RBU, S-RO, RCS, xTIO 와 같은 많은 모델이 제안되었다. 그러나 이러한 연구는 MR와 MN의 그룹이 이동하는 경우와 MN가 이동한 특정 MR의 MN이 되는 경우에 형성되는 Nested Mobile Network에 대한 연구로 제한되어

있다. [1],[2]에 언급되고 있는 LMN은 Nested Mobile Network에서 특이한 형태로 이동하게 되는데 이 LMN의 이동은 MR을 따라 이동한 후 이동한 MR을 HA로 하여 Nested NEMO 내부에서 이동하는 특성을 갖는다.

이러한 LMN의 경우 HA가 내부에 있기 때문에 Nested NEMO 내부의 HA를 경유하기 위한 터널링으로 인한 Pinball Routing 경로와 LMN의 HA에서 LMN으로 패킷을 포워딩하기위한 터널링으로 인한 Pinball Routing 문제가 발생하게 된다. 이러한 터널링으로 인한 encapsulation 헤더와 기본헤더를 기준으로 계산할 경우 패킷오버헤드를 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_{NBS} = (((D_{HA} + 1) \times 40 \text{byte}) \times 2) + (D_{node} + 1) \times 40 \text{byte} \quad (1)$$

이때 D_{HA} 는 LMN의 HA가 위치한 Nested depth를 나타내며, D_{node} 는 LMN이 위치한 Nested depth를 나타내는 것이고, IPv6 기본 헤더 길이인 40Byte를 적용한 것이다.

RRH는 MR이 자신의 HA에게 CoA로 중첩된 이동네트워크의 TLMR로부터 자신에게 이르기까지의 MR들의 리스트를 알려준다. 패킷 헤더에 표시하게 되는 계층적 MR 리스트는 중첩된 터널링에 소요되는 패킷 오버헤드에 비하여 훨씬 적은 것은 하지만 여전히 중첩된 깊이가 깊어질수록 패킷 당 헤더 오버헤드가 증가하게 된다. 식 (2)는 LMN을 고려한 RRH 모델에서 패킷오버헤드를 나타낸 것이다.

$$P_{RRH} = (D_{HA} \times 16 \text{byte}) + (D_{node} \times 16 \text{byte}) + 40 \text{byte} \quad (2)$$

ROTIO는 Nested NEMO를 위해 최근에 발표된 TIO[3] Option header를 개선하여 RO를 수행하기 위한 제안 모델로 xTIO로 명칭된 추가 Option header를 이용하여 CoA를 생성하기 위해 교환되는 RS 메시지의 응답으로 RA 메시지에 IMR들의 CoA를 포함하여 전송함으로써 IMR 리스트를 생성하고 유지하여 내부 토폴로지에 대한 정보를 교환하게 된다. 또한 Nested NEMO 내부로 이동한 MR 또는 VMN의 경우에 두 번의 Binding Update를 하게 된다.

이러한 ROTIO를 LMN과 CN간의 통신에 적용하게 될 경

우 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_{ROTIO} = ((D_{HA} + 1) \times 40 \text{ byte}) + 40 \text{ byte}, (D_{HA} \leq 2) \quad (3)$$

3. 제안모델

OLSR은 Ad-hoc 망에서 최적 경로를 찾아주는 알고리즘으로써, proactive 라우팅 프로토콜의 일종이다.

OLSR routing 프로토콜을 Nested NEMO에 적용할 경우 TLMR이 Core router 역할을 하게 된다.

이때 각 MR은 OLSR routing 프로토콜에 의해 생성된 라우팅 테이블 정보에 의해 Nested NEMO 내부의 토폴로지를 저장하고 진파하게 된다. LMN의 이동 후 LMN의 BU에 의해 HA(LMN)의 Binding Cache에 등록된 LMN의 CoA는 내부 라우팅 테이블을 참조하여 패킷 전달이 가능하게 된다.

3.1 외부 CN과 OLSR을 적용한 Nested NEMO내부의 LMN간의 패킷전송

외부의 CN이 LMN의 이동 후 전달경로는 그림 1(실선)과 같이 도식화 할 수 있으며, 전달 경로는 "CN→HA_MR3→MR3→MR2→LMN"이 되며, MR3에서 HA로부터 전송되어진 패킷의 터널이 해제 되고, MR3에서 내부 라우팅 프로토콜을 이용한 MR2로의 터널이 새로 생성된다. 그러므로 LMN과 HA의 Depth에 관계없이 2번의 터널링 과정만으로 패킷을 전송할 수 있다. 이때 패킷전달 과정에서의 오버헤드는 식 (4)와 같이 계산 할 수 있다.

$$P_{olsr} = (D_{HA} \times 40 \text{ byte}) + 40 \text{ byte}, (D_{HA} = 2) \quad (4)$$

3.2 내부 CN과 OLSR을 적용한 Nested NEMO내부의 LMN간의 패킷전송

Nested NEMO 내부에 CN이 존재하는 경우에는 단지 내부 Routing Table에 의한 패킷전송이 이루어지게 되어 CN이 외부에 있는 경우보다 더 간단한 경로를 형성하게 된다.

그림 1(점선)은 내부 CN과 LMN간의 통신 경로를 도식한 것이며, 이때 전송경로는 "CN→MR3→MR2→LMN"과 같이 되며, LMN과 HA의 Depth에 관계없이 1번의 터널링만 거치게 된다.

$$P_{olsr} = (D_{HA} \times 40 \text{ byte}) + 40 \text{ byte}, (D_{HA} = 1) \quad (5)$$

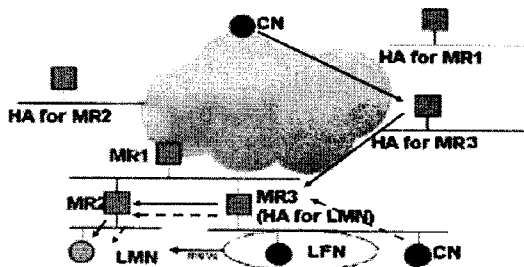


그림 1. CN의 위치에 따른 LMN으로의 패킷 전송경로

4. 성능분석

다음 그림 2는 Nested NEMO 내부에 HA가 위치한 NEMO Level을 1로($D_{HA} = 1$) 이고, 노드의 NEMO Level이 변경될 경우 각 제안 모델들의 패킷오버헤드를 분석한 것이다.

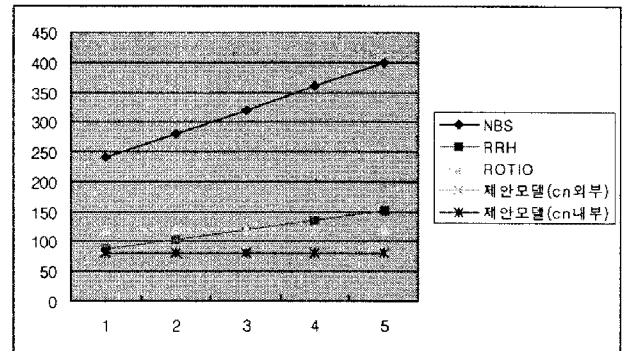


그림 2. 성능분석결과

5. 결론

본 논문은 Nested NEMO의 이동네트워크 모델에서 Nested NEMO 내부에 Home Agent를 가진 Mobile Node가 이동하는 경우에 대해 분석하였으며, 이와 같은 이동 네트워크 모델에서 경로최적화를 방안을 제시하였다. NEMO workgroup을 통해 제안되어 온 경로최적화를 위한 모델은 Nested NEMO 내부에 라우팅 알고리즘을 적용하지 않은 모델들로 제안되어 왔으나, 본 논문에서 언급한 Nested NEMO내부에 Home Agent가 있는 경우 분석한 자료와 같이 패킷오버헤드와 터널링으로 인한 패킷전송지연이 발생할 수 있다. 이번 연구를 통해 Nested NEMO의 효율적인 패킷전송을 위해 Adhoc 라우팅이 적용되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] P. Thubert et al. "Taxonomy of Route Optimization models in the Nemo Context" (work in progress). Internet Draft (draft-thubert-nemo-ro-taxonomy-02), Internet Engineering Task Force, February 2004.
- [2] P. Thubert, M. Molteni, "IPv6 Reverse Routing Header and its application to Mobile Networks", Internet draft draft-thubert-nemo-reverse-routing-header-02.txt, June 2003.
- [3] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko. "Mobility Support in IPv6", Request for Comments: 3775
- [4] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Related Terminology", Request for Comments: 3753 pp02-28.
- [5] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu, P. Thubert, "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", Request for Comments: 3963
- [6] T. Clausen, P. Jacquet, "Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)", Request for Comments: 3626
- [7] S. Deering, R. Hinden "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", Request for Comments: 2460
- [8] Hanlim Kim, Geunhyung Kim, Cheeha Kim, "S-RO : Simple Route Optimization Scheme with NEMO Transparency", ICOIN 2005, LNCS 3391, 2005, pp. 401-411
- [9] Hosik Cho et al., "Route Optimization Using Tree Information Option for Nested Mobile Networks", IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, VOL. 24, NO. 9, SEPTEMBER 2006, pp. 1717-1724