

PMIPv6 망에서 NEMO 지원을 위한 Binding 방안 제안과 검증

준회원 나 유 철*, 정회원 민 상 원*, 종신회원 김 복 기**

A Proposal and Evaluation of a Novel Binding Scheme in the NEMO Support in PMIPv6 Networks

Yoo-Cheol Na* Associate Member, Sang-Won Min* Regular Member, Bok-Ki Kim** Lifelong Member

요 약

본 논문에서는 PMIPv6 망에서 NEMO 지원 시 다양한 시나리오에 따라 발생하는 문제점을 기술하고, 이를 해결하기 위한 binding 방안을 제안하였다. 제안한 방안은 새롭게 정의한 네트워크-계층 메시지를 이용하여 네트워크 기반의 이동성 절차를 수행함으로써 중복되어 터널이 생성되는 문제점을 해결하였으며 핸드오버 지연시간을 줄이고 호스트가 이동성과 관련된 절차에 참여하지 않아도 되는 binding 메커니즘이다. 그리고 성능 분석을 통해 제안한 방식이 IETF NETLMM WG의 방안과 비교하여 패킷 손실, 핸드오버 지연시간과 평균 패킷 처리량의 관점에서 성능이 향상되었음을 확인하였다.

Key Words : PMIPv6, NEMO, Handover

ABSTRACT

In this paper, we describe overhead problems which result from the supporting NEMO in PMIPv6 networks, and propose a novel binding scheme for the network-based mobility management with new network-layer message which solves the problems of the additional tunnel. Our proposed binding scheme can reduce handover latency without mobility-related procedure by the hosts. A performance evaluation shows that the proposed scheme works more efficiently than the scheme which is proposed by the IETF NETLMM WG in terms of packet loss, handover latency and average packet throughput.

1. 서 론

최근 무선 이동단말의 사용이 증가하면서 이동단말의 IP 이동성을 보장하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 이동단말의 IP 이동성을 지원하기 위해 다양한 기술들을 연구하고 있으며, 호스트 기반의 이동성 관리기술인 MIPv6(Mobile IPv6)를 오랜 시간에 걸쳐 표준화하였다. 하지만 MIPv6에서는 하

드웨어적으로 자원이 제한된 MN(Mobile Node)에 오버헤드가 발생하는 문제가 존재하고 이를 해결하기 위해 IETF NETLMM WG에서 네트워크 기반의 이동성 관리 기술인 PMIPv6(Proxy MIPv6)의 표준화를 완료하였다. 그러나 PMIPv6에도 이동성 지원에 대한 문제는 여전히 존재한다¹⁻³⁾.

현재 IETF에서는 이동성 지원에 대한 문제를 해결하기 위해 네트워크 이동성을 지원하는 NEMO(Network Mobility)의 표준화를 완료하였다⁴⁾. NEMO

※ 본 연구는 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2009-0077424)

* 광운대학교 통신프로토콜 연구실({nyc, min}@kw.ac.kr), ** 광운대학교 전자공학과({bkkim@kw.ac.kr})

논문번호 : KICS2010-05-214, 접수일자 : 2010년 5월 14일, 논문최종접수일자 : 2010년 8월 19일

는 이동네트워크에 접속해 있는 MN에게 세션 지속성을 보장하는 기술이다. 하지만 NEMO는 MIPv6를 기반으로 표준화되었기 때문에 PMIPv6와 연동을 전혀 고려하지 않고 있으며, 따라서 이에 대한 연구가 필요하다. 최근 NETLMM WG는 PMIPv6 망에서 NEMO를 지원하기 위한 연구를 진행하고 있지만 중복 터널 설정 및 호스트 기반의 이동성 절차 발생 등과 같은 문제점이 존재한다⁵⁾.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 PMIPv6 망에서 NEMO 지원 시 호스트 기반의 이동성 절차 없이 네트워크 기반의 이동성 관리를 통해 이동네트워크의 이동성을 지원하기 위한 binding 방안을 제안하였다. 이를 통해 패킷 손실과 핸드오버 지연시간을 줄이며, MN에 MIPv6 스택이 요구되지 않아도 되는 방안을 제안하였다.

II. PMIPv6 망에서 NEMO 지원방안의 절차와 문제점

2.1 이동네트워크 및 MN 초기접속 절차

LMA(Local Mobility Anchor)와 HA(Home Agent)는 동일한 네트워크 구성요소에 위치해 있다고 가정한다. MR(Mobile Router)이 MAG1에 초기 접속하여 RS(Route Solicitation) 메시지를 MAG1에 전송하면 MAG1은 LMA와 binding 절차를 수행한다. 그리고 MAG1은 LMA가 MR에게 할당된 HNP(Home Network Prefix)를 RA(Route Acknowledgement) 메시지에 포함하여 MR에게 전달하며 MR은 이를 기반으로 MR-HoA(Home Address)를 형성한다. 주소를 생성한 MR은 HA에게 BU(Binding Update) 메시지를 전송하여 이동네트워크의 MNP(Mobile Network Prefix)와 MR의 HoA를 binding 한다. 그리고 MN이 이동네트워크에 초기접속하면 이동네트워크의 MNP를 기반으로 MN-HoA를 형성한다.

2.2 이동네트워크의 MAG 간 핸드오버 절차

이동네트워크의 동일한 PMIPv6 도메인에서 MAG 간 핸드오버에 따른 절차이다. 이동네트워크는 MAG1로부터 MAG2의 인터페이스에 접속한다. MR이 RS 메시지를 MAG2에게 전송하면 MAG2는 LMA와 binding 절차를 수행하여 양방향 터널을 설정한다. MR은 수신 받은 prefix를 RA 메시지에 실어 MR에게 전송하며, MR은 이를 기반으로 주소를 생성한다.

2.3 이동네트워크의 MN 핸드오버 절차

MN이 이동네트워크에서 MAG2로 핸드오버하는 경우의 절차이다. MN이 이동네트워크로부터 MAG2로 접속하면 MAG2는 MN을 대신하여 LMA와 binding 절차를 수행한다. MN은 MAG2의 RA 메시지의 prefix를 기반으로 CoA(Care of Address)를 설정하고 HA에게 직접 binding 절차를 수행한다. HA는 MN의 HoA와 CoA 간의 binding을 설정한 후 MN-CoA와 HA 사이에 터널이 설정된다.

2.4 PMIPv6 망에서 NEMO 지원 시 문제점

PMIPv6 망에서 NEMO 지원 시 발생하는 문제점은 다음과 같다. 첫 번째, 이동네트워크의 이동성을 지원하기 위해 네트워크 기반의 이동성 절차와 호스트 기반의 이동성 절차가 모두 수행된다. 이로 인해 중복된 터널이 설정되며, 인캡슐레이션 절차에 따라 패킷 오버헤드를 증가시킨다. 따라서 이동네트워크에 접속한 다수의 MN이 동시간대에 CN과 통신하는 경우, 터널링된 패킷이 증가함에 따라 제한된 링크 대역폭을 불필요하게 낭비시키는 결과를 초래한다. 결과적으로, 무선 구간의 자원을 소모하여 트래픽 오버헤드가 발생되며, 패킷 손실이 증가하게 된다. 두 번째, MN이 이동네트워크에서 MAG와 같은 고정네트워크로 핸드오버 시, MN은 호스트 기반의 이동성 절차를 수행하게 된다. 이로 인해 시그널링 오버헤드와 핸드오버 지연시간이 증가하며, MN에 MIPv6 스택이 요구되는 문제점이 발생한다. 최근 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 [3] 또는 [6]과 같은 연구가 진행되었으나 PMIPv6 망에서 네트워크 이동성 지원을 위해 MR과 MAG 간 터널이 생성되어 무선 구간의 자원을 소모시키는 문제점은 여전히 존재한다.

III. PMIPv6 망에서 NEMO 지원을 위한 Binding 방안 제안

본 장에서는 PMIPv6 망에서 NEMO 지원을 위해 제안한 binding 방안에 대해 설명하며, 이를 위해 새롭게 정의한 메시지들은 다음과 같다.

- RS-Req: MR이 이동네트워크에 접속한 MN의 RS 메시지를 수신할 때 MAG로 전송하는 메시지임. RS 메시지의 reserved field에 'R' flag를 체크하며 MN-ID를 파라미터로 포함함
- RA-Res: RS-Req 메시지에 대한 응답메시지로서 MAG에서 MR로 전송됨. RA 메시지의 reserved

filed에 'R' flag를 체크하며 prefix information option에는 LMA가 MN에게 할당된 prefix 정보가 포함됨

- Bulk-RS: 이동네트워크가 핸드오버하여 MR이 MAG에게 전송하는 메시지임. RS 메시지의 reserved field에 'B' flag를 체크하며 MR-ID와 이동네트워크에 접속 중인 모든 MN들의 ID를 파라미터로 포함함
- Bulk-RA: Bulk-RS 메시지에 대한 응답메시지로써 MAG에서 MR로 전송됨. RA 메시지의 reserved filed에 'B' flag를 체크하며, MR-ID와 MN-ID, LMA가 MR과 MN에게 할당된 prefix 정보가 파라미터로 포함됨
- Bulk-PBU: Bulk-RS 메시지를 수신 받은 MAG가 LMA에게 binding 절차를 수행하기 위한 목적으로 전송됨. PBU(Proxy Binding Update) 메시지의 reserved field에 'B' flag를 체크하며 MR과 MN들의 ID를 파라미터로 포함하는 메시지임
- Bulk-PBA: Bulk-PBU 메시지에 대한 응답메시지로써 LMA에서 MAG로 전송됨. PBA(Proxy Binding Acknowledgement) 메시지의 reserved filed에 'B' flag를 체크하며 LMA가 MR과 MN에게 할당된 prefix 정보가 MR-ID와 MN-ID와 묶여져 파라미터로 포함됨

3.1 이동네트워크 및 MN 초기접속 절차 제안

그림 1은 이동네트워크와 MN의 초기접속에 따른 제안하는 동작절차이며 PMIPv6처럼 네트워크 기반의 이동성 관리만으로 이동성을 지원하기 때문에 HA가 존재하지 않는다. MR이 MAG1의 인터페이스에 초기접속하면 MAG1은 MR 대신 LMA와 binding 절차를 수행한다. 그리고 MR은 LMA로부터 prefix를 할당받아 이를 기반으로 HoA를 형성한다.

MN이 이동네트워크에 부팅되어 초기접속하면 RS 메시지를 이동네트워크의 MR에게 전송한다. RS 메시지를 수신한 MR은 MAG1에게 MN의 ID를 파라미터로 포함한 RS-Req 메시지를 전송하여 MN의 prefix를 요청한다. 이때 RS-Req 메시지에 'R' flag를 체크하여 MAG1이 MN-ID 파라미터에 대한 binding 절차를 수행하도록 요청한다. MAG1은 RS 메시지에 'R' flag가 설정되어 있다면 파라미터에 포함된 MN-ID를 위한 binding 절차를 수행한다.

LMA는 MN의 BCE를 생성하고 MN에게 prefix를 할당한다. 그리고 MN의 BCE의 proxy-CoA는 MAG1 주소가 등록된다. 이후 LMA는 MAG1에게

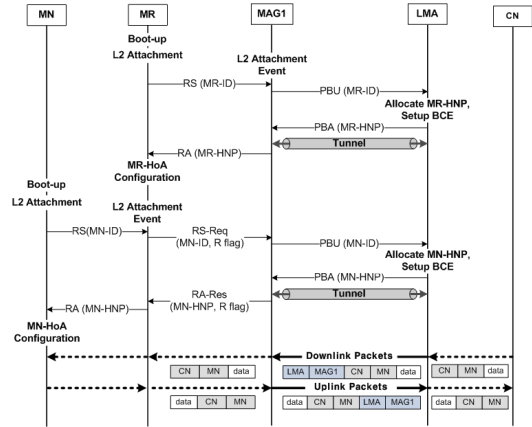


그림 1. 이동네트워크 및 MN 초기접속 절차 제안

PBA 메시지를 전송한다. PBA 메시지가 정상적으로 MAG1에게 전송되었다면 LMA와 MAG1 간 양방향 터널이 설정되며 MN에게 전송되는 패킷들은 터널을 통해 포워딩된다. MAG1은 binding 절차가 완료되었다면 RA-Res 메시지를 MR에게 전송하여 LMA로부터 수신 받은 prefix를 알려준다. 그리고 MR은 RA 메시지를 MN에게 전송하며 MN은 HoA를 형성한다.

제안한 방안에서 MN은 이동네트워크에 초기접속 시 MNP를 기반으로 주소를 생성하는 것이 아니라 LMA로부터 prefix를 할당받아 이를 기반으로 주소를 생성한다. 즉, MAG와 LMA 간 네트워크 기반의 이동성 관리를 통해 이동네트워크의 이동성을 지원하기 때문에 MR은 HA에게 binding 절차를 수행할 필요가 없으며 MAG가 MR 대신 NEMO의 이동성절차를 수행한다.

따라서 기존 방안의 MR과 HA 간 호스트 기반의 이동성 절차로 인해 중복된 터널이 생성되는 문제점을 해결하였다. 이로 인해 이동네트워크에 접속 중인 MN이 CN과 패킷 통신 시 발생하는 오버헤드와 패킷 손실을 최소화할 수 있다.

3.2 이동네트워크의 MAG 간 핸드오버 절차 제안

그림 2는 이동네트워크의 MAG 간 핸드오버에 따른 절차이다. 이동네트워크의 MR은 기존에 접속해있던 MAG1 링크의 접속이 끊어지고 MAG2 링크 즉, 다른 서브넷으로 접속하게 되면 Bulk-RS 메시지를 전송한다. Bulk-RS 메시지에는 MR의 ID와 이동네트워크에 접속 중인 모든 MN들의 ID가 파라미터로 포함된다. 그리고 RS 메시지에 'B' flag를 체크하여 MAG2가 Bulk-RS 메시지를 구분하도

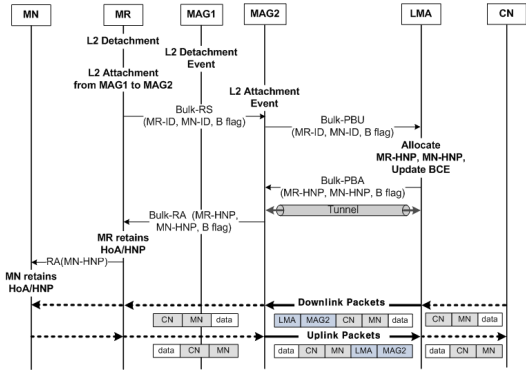


그림 2. 이동네트워크의 MAG 간 핸드오버 절차 제안

록 한다. 이후 MAG2는 LMA에게 Bulk-PBU 메시지를 전송하여 MR과 MN 대신 binding 절차를 수행한다. LMA는 MR과 MN의 ID를 기반으로 BCE를 탐색하여 proxy-CoA 항목을 MAG2로 갱신한다. 그리고 MR과 MN의 BCE에 등록된 HNP를 Bulk-PBA 메시지에 실어 MAG2에게 전송한다. Binding 절차가 성공적으로 완료되면 MAG2는 HNP를 Bulk-RA 메시지에 포함하여 MR에게 전송한다. 그리고 MR은 RA 메시지에 MN의 HNP를 포함하여 MN에게 전송한다. MR과 MN은 수신 받은 prefix를 기반으로 주소를 생성하며 기존에 구성된 주소를 그대로 사용하기 때문에 이동성 관리를 위한 시그널링 절차를 수행하지 않고 다른 링크로 이동했음을 감지하지 못한다.

제안한 방안은 네트워크 기반의 이동성 관리방안을 통해 이동네트워크의 이동성을 지원하기 때문에 추가적인 호스트 기반의 이동성 절차가 필요없다. 따라서 MAG2와 LMA간 binding 업데이트 절차만으로 이동네트워크의 이동성을 지원할 수 있다.

3.3 이동네트워크의 MN 핸드오버 절차 제안

그림 3은 MN의 핸드오버에 따른 동작절차이다. MN이 이동네트워크로부터 MAG2로 핸드오버하면 MAG2는 MN 대신 binding 절차를 수행한다. LMA는 BCE에 등록된 MN의 HNP를 PBA 메시지를 통해 MAG2에게 전송한다. MN은 네트워크 기반의 이동성 절차만으로 이동네트워크에 초기접속 시 할당된 prefix를 할당받아 주소를 생성하며 주소의 변화는 없다. 이를 통해 MN은 직접 이동성 관리를 위한 호스트 기반의 이동성 시그널링 절차를 수행할 필요가 없게 되어 MIPv6 스택이 탑재되지 않아도 된다. 또한 호스트 기반의 이동성 절차와 관련된 시그널링 오버헤드가 줄어들어 핸드오버 지연

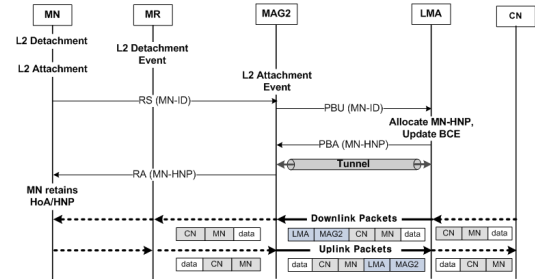


그림 3. 이동네트워크의 MN 핸드오버 절차 제안

시간을 최소화할 수 있다.

IV. 시뮬레이션을 통한 성능 분석

본 절에서는 PMIPv6 망에서 네트워크 이동성 지원을 위한 NETLMM WG의 방안과 본 논문에서 제안한 방안에 대한 시뮬레이션 과정과 그 결과에 대해서 기술한다. 본 시뮬레이션의 목적은 PMIPv6 도메인에서 이동네트워크가 MAG 간 핸드오버 하는 경우와 MN이 이동네트워크와 고정네트워크 간 핸드오버하는 경우의 패킷 손실, 핸드오버 지연시간과 평균 패킷 처리량의 관점에서 성능을 비교 및 분석한다. 이를 위해 본 시뮬레이션에서는 성능 분석을 위한 툴로써 ns-2(Network Simulator 2) 2.29 버전을 사용하였다. 본 시뮬레이션의 이동네트워크와 MN은 각각 30m/s와 5m/s의 속도로 이동하며, MN은 시뮬레이션 시작 후, CN으로부터 지속적으로 패킷을 수신 받는다. 본 시뮬레이션에서는 유선 구간의 대역폭을 100Mbps를 가지도록 구성하였으며, MAG와 LMA 구간의 노드 지연은 패킷 손실의 성능 측정 시 10ms의 지연을 설정하였다. 그리고 핸드오버 지연시간과 평균 패킷 처리량의 성능 측정 시 10ms에서 60ms의 지연을 설정하여 MAG와 LMA 구간의 노드 지연 변화에 따른 핸드오버 지연시간 및 평균 패킷 처리량의 성능관계를 분석하였다. 그리고 무선구간의 대역폭은 11Mbps를 갖도록 하였으며, 노드 지연은 5ms를 설정하였다. 평균 패킷 처리량의 성능 측정 시 핸드오버 발생횟수를 125회에서 500회까지 변화시켜 이동네트워크와 고정네트워크 간 핸드오버 수행에 따른 망의 평균 패킷 처리량의 성능을 알아보았다. 이때 핸드오버 발생의 주기(frequency)는 생활화의 특성에 맞추어 exponential한 패턴을 설정하였다.

그림 4는 이동네트워크에 접속한 MN의 수가 증가함에 따른 패킷 손실의 성능을 측정하는 실험이

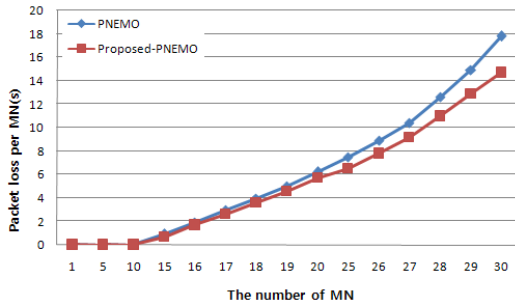


그림 4. 이동네트워크에 접속한 MN의 수에 따른 패킷 손실 변화

다. 시뮬레이션 수행 시, CN은 이동네트워크의 핸드오버 전/후로 MN에게 패킷을 지속적으로 전송하도록 하였으며, 패킷 손실 측정은 이동네트워크가 핸드오버 절차를 완료한 후, CN으로부터 MN에게 전송되는 패킷의 손실을 측정하였다. 이동네트워크에 접속한 MN의 수가 11대를 초과할 경우 트래픽의 양이 증가하지만 무선 구간의 대역폭이 충분히 갖춰지지 않았으므로 두 방안 모두 패킷 전달 지연 시간이 점차적으로 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이때 NETLMM WG의 방안(PNEMO)의 경우, 핸드오버 후 중복된 터널이 생성되기 때문에 MN으로 전송되는 패킷에 40바이트의 IPv6 outer 헤더가 인캡슐레이션된다. 따라서 패킷 크기가 증가함에 따라 무선구간의 자원을 소모하여 오버헤드가 발생하며, 동시간대에 이동네트워크에 접속한 MN의 수가 늘어날수록 본 논문에서 제안한 방안(Proposed-PNEMO)보다 패킷 손실이 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

그림 5는 이동네트워크와 MN의 핸드오버에 따른 지연시간을 측정하는 실험으로서 MAG와 LMA 사이의 노드 지연을 10ms에서 60ms로 변화시켜 핸드오버 지연시간의 성능을 측정하였다. 노드 지연시간을 변화시킨 이유로는 일반적으로 MAG와 LMA는 지리적으로 멀리 위치해 있으며, 따라서 MAG와 LMA 사이의 지연시간이 다른 노드 지연요소보다 핸드오버 지연시간에 많은 비중을 차지하기 때문이다.

이동네트워크 핸드오버 시, 제안한 방안은 NETLMM WG의 방안과 핸드오버 지연시간이 비슷하게 측정된 것을 확인할 수 있다. 그러나 MN이 이동네트워크와 고정네트워크 간 핸드오버 시, 제안한 방안은 NETLMM WG의 방안에 비해 핸드오버 지연시간이 감소되어 측정된 것을 볼 수 있다. 이는 NETLMM WG의 방안의 경우, 호스트 기반의 이

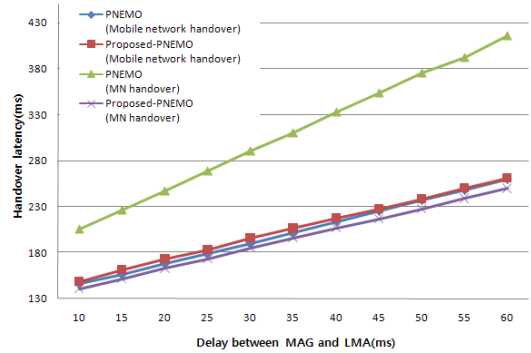


그림 5. 노드 지연에 따른 이동네트워크와 MN의 핸드오버 지연시간

동성 절차와 네트워크 기반의 이동성 절차를 모두 수행하여 MN의 이동성을 관리하므로 시그널링 오버헤드가 증가하여 핸드오버 지연시간이 길어진다. 반면, 본 논문에서 제안한 방안은 MAG가 MN을 대신하여 binding 업데이트를 수행하는 네트워크 기반의 이동성 관리방안을 통해 MN의 이동성을 지원한다. 이를 통해 MN은 핸드오버 후 호스트 기반의 이동성 절차에 관여하지 않아도 된다. 따라서 제안한 방안은 이동성과 관련한 시그널링 오버헤드가 줄어들어 NETLMM WG의 방안에 비해 핸드오버 지연시간이 감소된 것을 확인할 수 있다.

그림 6과 7은 핸드오버 발생횟수에 따른 평균 패킷 처리량의 성능을 측정하여 비교한 것이다. 이동네트워크가 핸드오버하는 경우, 그림 4.6과 같이 두 방안의 평균 패킷 처리량은 비슷한 성능을 나타낸다. 그러나 MN이 고정네트워크로 핸드오버하는 경우, NETLMM WG의 방안은 MN의 이동성을 관리하기 위해서 네트워크 기반의 이동성 절차와 호스트 기반의 이동성 절차를 모두 수행하게 된다. 이로 인해 이동성 관련 시그널링 오버헤드가 증가하여 핸드오버 지연시간이 길어진다. 이는 패킷 전송 인

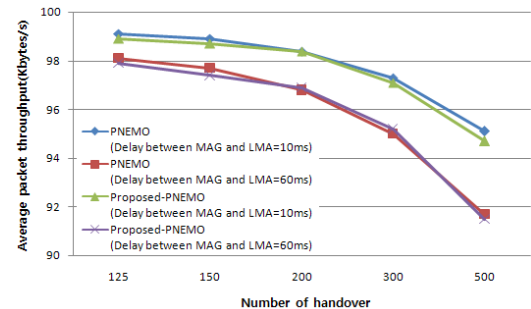


그림 6. 이동네트워크 핸드오버 증가에 따른 평균 패킷 처리량

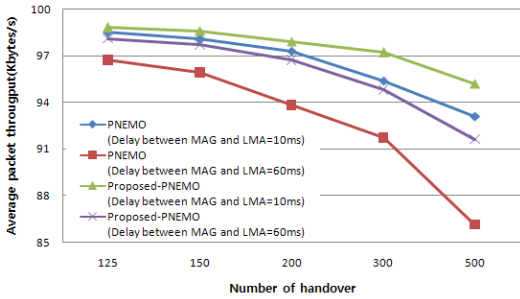


그림 7. MN 핸드오버 증가에 따른 평균 패킷 처리량

터렛 시간 증가시키는 중요한 원인이 되어 네트워크의 전체적인 패킷 처리량의 성능을 저하시킨다. 그러나 제안한 방안은 MN의 핸드오버 시, MAG가 MN을 대신하여 LMA와 네트워크 기반의 이동성 절차를 수행하며 호스트가 직접 이동성 관리에 관여하지 않아도 된다. 따라서 시그널링 오버헤드가 줄어들어 핸드오버 지연시간이 단축된다. 그리고 패킷 전송 인터럽트 구간이 NETLMM WG의 방안에 비해 상대적으로 줄어들어 평균 패킷 처리량의 성능이 향상됨을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 PMIPv6 망에서 NEMO 지원방안의 문제점을 기술하고, 이를 해결하기 위한 binding 방안을 제안하였다. 제안한 방안은 새롭게 정의한 네트워크-계층 메시지를 이용하여 네트워크 기반의 이동성 절차를 수행함으로써 패킷손실과 핸드오버 지연시간을 줄이고 중복된 터널이 생성되는 문제점을 해결하였다. 성능 분석을 통해 패킷 손실, 핸드오버 지연시간과 평균 패킷 처리량의 관점에서 제안한 방식이 NETLMM WG의 방식과 비교하여 더 우수한 성능을 나타냄을 확인하였다. 현재 국내외적으로 차량 또는 차량 내 이동단말의 무선액세스 연동을 통하여 차량에 IP 기반의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 텔레매틱스에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 PMIPv6 망에서 NEMO 연동에 관한 논의는 중요하게 다뤄질 것이며 지속적인 연구를 통해 다양한 방안이 제안 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] 나유철, 민상원, 정광모, "PMIPv6와 MIPv6 연

동을 통한 효율적인 글로벌 이동성 지원 방안," 한국통신학회 하계학술대회, 2009년 6월.

[2] S. Gundavelli, V. Devarapalli, K. Chowdhury and B. Patil, "Proxy Mobile IPv6," IETF RFC 5213, August 2008.

[3] 민상원, "PMIPv6 망에서 NEMO 지원을 위한 MR 연동 알고리즘의 설계 및 구현" 한국통신학회논문지 제34권 제6호, 2009년 6월.

[4] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu and P. Thubert, "Network Mobility(NEMO) Basic Support Protocol," IETF RFC 3963, January 2005.

[5] J. H. Lee, B. J. Han, and H. J. Lim, "Network Mobility Basic Support within Proxy Mobile IPv6 : scenarios and analysis," IETF draft-jhlee-netlmm-nemo-scenarios-00, March 2008.

[6] I. Soto, C. J. Bernardos, M. Calderon, A. Banchs, and A. Azcorra, "NEMO-Enabled Localized Mobility Support for Internet Access in Automotive Scenarios," *IEEE Communications Magazine*, Vol.47, No.5, May 2009.

나 유 철 (Yoo-Cheol Na)

준회원



2008년 8월 세종대학교 컴퓨터 공학과 학사
2008년 9월~현재 광운대학교 임베디드 SW공학과 석사
<관심분야> IP 이동성 / 핸드오버, IPv6

민 상 원 (Sang-Won Min)

정회원

한국통신공학회논문지 제 35권 제 3호 참조

김 복 기 (Bok-Ki Kim)

중심회원

한국통신공학회논문지 제 35권 제 3호 참조