

중첩된 이동 네트워크 환경에서 지역적 정보를 이용한 경로 최적화 방안

정희원 김준우*, 박희동**, 이강원*, 최영수*, 조유제**, 조봉관***

Regional Information-based Route Optimization Scheme in Nested Mobile Networks

Joon woo Kim*, Hee dong Park**, Kang won Lee*,

Young soo Choi*, You ze Cho**, Bong kwan Cho*** *Regular Members*

요약

네트워크 단위의 이동성을 지원하는 network mobility (NEMO) 기술에서는 중첩된 네트워크 환경 (nested NEMO)에서 전달 지연 시간을 줄이는 경로를 최적화에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 현재 대표적인 경로 최적화 방안으로는 확장 헤드를 이용하여 경로 정보를 모두 기록하는 RRH (Reverse Routing Header)와 최상위 MR에서 하부에 위치한 MR의 상태 정보를 관리하는 BHT (Bi-directional tunnel between Home agent and Top level mobile route)이 제안되어 있다. 하지만 기존의 방안들은 중첩 깊이가 증가할수록 패킷 전달을 위한 오버헤드가 증가하는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 중첩된 이동 네트워크 환경에서 지역적 정보를 이용한 경로 최적화 방안 (RIRO; Regional Information-based Route Optimization)을 제안하고자 한다. RIRO 방안에서는 모든 MR들은 자신의 하부에 위치한 MR들의 위치 정보를 관리하고 라우팅 헤드를 이용하여 패킷 전달 경로를 최적화하는 방안으로 중첩된 환경에서도 패킷이 전달을 위한 오버헤드가 증가하지 않는 장점이 있다.

Key Words : MobileIP, NEMO, route optimization, RIRO, RRH, BHT

ABSTRACT

NEMO basic support is a solution that provides network mobility in the Internet topology. Yet, when multiple mobile networks are nested, this basic solution suffers from pinball-routing and a severe routing overhead. Therefore, several solutions for route optimization in a nested mobile network have already been suggested by the IETF NEMO WG. However, the current paper proposes Regional Information-based Route Optimization (RIRO) in which mobile routers maintain a Nested Router List (NRL) to obtain next-hop information, and packets are transmitted with a new routing header called an RIRO Routing Header (RIRO-RH). We showed that RIRO had the minimum packet overhead that remained constant, irrespective of how deep the mobile network was nested, in comparison with two earlier proposed schemes - Reverse Routing Header (RRH) and Bi-directional tunnel between HA and Top-Level mobile router (BHT).

* 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 통신망 연구실 (jjuitem, yschoi, kw0314}@ee.knu.ac.kr)

** 포항1대학 컴퓨터응용계열 (hdpark@pohang.ac.kr), 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 통신망 연구실 (yzcho@ee.knu.ac.kr)

*** 한국철도기술연구원 전기신호연구본부 (bkcho@krii.re.kr)

논문번호 : KICS2004-06-032, 접수일자 : 2004년 6월 10일

* 본 연구는 한국과학재단의 특정기초(R01-2003-000-10155-0) 사업과 대학 IT연구센터(ITRC) 사업의 지원으로 수행되었음.

I. 서론

인터넷의 확산과 개인 휴대 단말기의 발전으로 이동 환경에서도 인터넷 서비스의 필요성이 점점 커지고 있다. Mobile IP 프로토콜을 이용하여 이동 중인 개인 휴대 단말기에서도 인터넷을 사용할 수 있게 되었으며, 최근에는 단말의 이동이 아닌 버스, 기차, 선박 등 많은 수의 호스트가 동시에 이동하는 경우를 고려한 Network Mobility (NEMO)에 대한 연구가 활발히 진행 중이다^[1,2]. NEMO 기술은 IETF NEMO WG을 중심으로 연구되고 있으며 기존 Mobile IP에서의 연구 결과를 바탕으로 기본적인 네트워크 이동성을 지원하는 NEMO Basic 방안에 대한 토의가 진행 중이다^[3]. NEMO Basic에서는 MR과 HA 간의 양방향 터널을 사용함으로써 Mobile IP 기능이 없는 호스트 간에도 기존 IP 프로토콜을 수정하지 않고 통신이 가능하다. 그러나 NEMO Basic은 이동 네트워크 하부에 이동 네트워크가 접속하는 중첩된 이동 네트워크 (nested NEMO) 환경에 적용될 경우에는 각 MR의 HA를 경유하게 됨으로써 경로가 우회되어 전달 지연 시간이 증가할 뿐만 아니라, 동일한 구간에 대해 중첩된 터널을 형성하여 구간에 따라 패킷이 다중 캡슐화되는 Pinball routing 문제에 의한 오버헤드가 발생한다.

현재 NEMO WG에서는 IPv6 환경에서 이동 네트워크의 경로를 최적화하는 방안에 대한 연구를 수행하고 있으며, 대표적인 예로는 확장된 라우팅 헤더인 RRH를 이용하는 방안과 HA와 최상위 MR 간의 양방향 터널링을 이용하는 BHT방안 등이 제안되고 있다^[4,5]. 그러나 기존 제안된 방안들은 nested NEMO 환경에서 경로 최적화를 지원하지만 중첩의 깊이가 증가할수록 패킷 오버헤드가 증가하는 문제점이 있다. 본 논문에서는 지역적 정보를 이용하여 중첩의 깊이에 상관없이 작고 일정한 오버헤드를 가지면서 경로를 최적화 하는 RIRO 방안을 제안한다. RIRO 방안은 모든 MR가 자신의 하부에 접속한 MR의 목록 (NRL: Nested mobile Router List)을 관리하며 라우팅 확장 헤더인 RIRO-RH (RIRO Routing Header)를 사용해 패킷을 전달한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어 II장에서는 경로 최적화를 지원하는 기존 방안들을 살펴보고, III장에서 제안된 RIRO 방안을 설명한다. IV장에서 제안된 RIRO 방안의 성능을 평가한 후 V장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

경로 최적화를 지원하는 기존 방안에는 라우팅 확장 헤더를 이용하는 RRH, NPI, ARO 방안과 IP 캡슐화를 이용하는 BHT, HMIP-based 방안 등이 있다. RRH, NPI 및 ARO 방안은 라우팅 확장 헤더를 이용하며, BHT 및 HMIP-based 방안은 이동 네트워크 내부 구간에서 다중 캡슐을 생성하는 공통점이 각각 있다^[5-8]. 따라서, 본 장에서는 위에서 언급한 방안들 중 특히 RRH 및 BHT의 동작 과정을 분석하여 기존 제안된 방안들의 특징을 살펴보고자 한다.

2.1 RRH

2.1.1 MR에서 HA로 패킷 전달

IPv6는 송신원에서 목적지에 이르는 경로상의 라우터 순서를 송신원이 라우팅 확장 헤더에 기록하여 RRH는 MR에서 HA로 패킷 전달시 이와 같은 IPv6의 라우터 확장 헤더를 이용하여 거쳐 가는 MR의 CoA (Care of Address) 정보를 수집한다.

그림 1에서는 RRH를 이용하여 경로정보들이 HA까지 전달되는 과정을 나타낸다. MR₃은 RRH에 중첩의 깊이에 해당하는 빈 슬롯을 만들어 상위 MR로 전달한다. 이때 슬롯 0에는 MR₃의 HoA (Home of Address)를 기록하고 나머지 슬롯은 비워둔다. MR₂ 및 MR₁에 해당하는 상위의 각 MR에서는 IP 패킷의 기본 헤더에 위치한 송신원 주소 (SRC) 필드에 기록되어 있던 주소를 빈 슬롯으로 이동시킨 뒤 SRC 필드에 자신의 CoA를 기록하는 방법으로 패킷을 전달한다. 따라서 패킷을 수신한 HA는 기본 헤더의 SRC 필드 및 RRH를 통해 패킷의 전달 경로를 알 수 있으며 HA는 확장 헤더에 있는 경로 정보를 저장 관리한다.

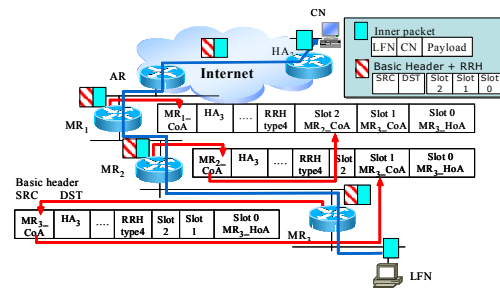


그림 1. RRH를 이용한 패킷 전달 과정
Fig 1. Packet transmission in RRH scheme.

2.1.2 HA에서 MR로 패킷 전달

MR이 보내온 패킷을 통해 이동 네트워크의 경로 정보를 얻은 HA는 목적지 MR까지 경유하게 될 모든 MR의 CoA 주소를 라우팅 확장 헤더에 기록한다. RRH의 동작과는 반대로 MR를 거칠 때 마다 목적지 주소 필드 (DST)와 다음 홉에 해당하는 MR의 주소를 서로 교환하면서 패킷을 전달한다.

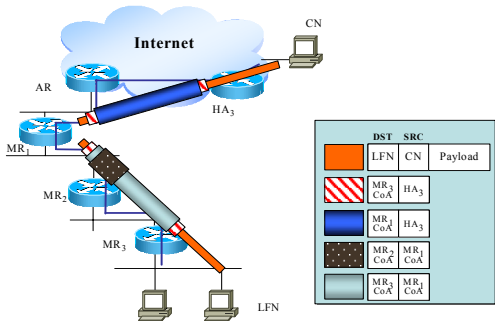


그림 2. BHT 방안에서의 패킷 전달 과정
Fig 2. Packet transmission in BHT scheme.

2.2 BHT

BHT는 TLMR (Top Level Mobile Router)에서 하부 MR들의 경로 정보를 관리하는 방안으로 터널링은 하부 MR의 HA와 TLMR 사이, TLMR와 하부 MR 사이에 터널을 형성하여 경로를 최적화한다. 그림 2는 BHT를 이용한 경로 최적화 방안의 예를 보여주는 그림으로 최상위 MR인 TLMR의 역할을 MR1이 수행을 한다. 이동 네트워크 구간인 하부 MR3와 TLMR사이의 터널에서는 중첩된 깊이만큼의 다중 캡슐을 통하여 패킷이 전달되며 인터넷 구간인 TLMR와 HA3 사이에는 이중 캡슐을 통해서 패킷이 전달된다. TLMR에서는 이동 네트워크의 경로 정보를 관리하고, HA에서는 MR의 CoA와 TLMR의 CoA만을 관리한다. 각 MR들은 TLMR에게 자신의 CoA와 자신이 접속한 상위 라우터의 CoA를 우선 등록해야 하며 등록 과정을 거친 후에 패킷 전달이 가능하다.

2.2.1 MR에서 HA로 패킷 전달

이동 네트워크 구간에서는 LFN (Local Fixed Node) 또는 MR3가 생성한 패킷을 MR3에서는 송신지 및 목적지 주소가 각각 MR3의 CoA와 HA3인 패킷으로 우선 캡슐화한다. 이동 네트워크 내부의 MR에 해당하는 MR3와 MR2는 이 패킷에 대해 SRC가 자신의 CoA이고, DST가 TLMR인 패킷으

로 다시 캡슐화한다. 인터넷 구간에서는 DST가 TLMR인 패킷들은 TLMR에서 모두 역캡슐화된 뒤, SRC는 TLMR의 CoA로 DST는 HA3로 다시 캡슐을 생성하여 패킷을 전달한다.

2.2.2 HA에서 MR로 패킷 전달

HA에서 MR로 패킷을 전달하는 과정은 송신지 주소에 HA의 주소가 목적지 주소에 TLMR의 CoA로 패킷을 캡슐화 한 후 인터넷 구간을 통해 전달된다. 패킷을 수신한 TLMR인 MR1은 관리하고 있던 모든 MR의 상태 정보를 바탕으로 경로 상에 있는 중첩 깊이에 따라 중첩된 캡슐을 만들어서 전달한다. 즉, 이동 네트워크의 TLMR 하부에 있는 MR들은 캡슐화된 패킷을 한번만 역캡슐화 한 뒤 패킷을 하부로 전달한다. 최종 목적지 MR는 HA와의 터널과 TLMR의 터널을 모두 역캡슐화해서 LFN에게 전달한다.

살펴본 바와 같이 기존 제안된 RRH 및 BHT 방안에서는 LFN이 접속한 MR의 중첩 깊이가 증가할 수록 인터넷 구간 또는 이동 네트워크 내부 구간에서 라우팅을 위해 생성되는 패킷의 오버헤드가 증가한다. 따라서, 이동 네트워크의 중첩 깊이가 커질 수록 이동 네트워크의 전달 효율이 낮아진다.

III. RIRO 방안

본 논문에서 제안하고 있는 RIRO 방안은 지역적으로 접속된 라우터의 위치 정보와 라우팅 확장 헤더를 이용하여 경로 최적화를 하는 방안이다. RIRO는 NRL을 통해 지역적으로 위치한 MR들의 목록을 관리하고 패킷의 경로를 최적화 시키고, 고정된 크기를 갖는 RIRO-RH를 사용하여 각 MR를 지날 때 마다 다중 캡슐이 생성되는 것을 방지한다. RIRO 방안의 기본 네트워크 구성은 그림 3과 같다.

3.1 NRL 구성 및 관리

TLMR는 이동 네트워크 하부에 위치한 모든 MR의 CoA 정보를 관리하며 하부의 각 MR는 자신보다 하부에 접속된 MR의 CoA 정보를 관리한다. 표 1에서와 같이, NRL을 통해 관리 되는 정보들은 하부에 접속된 MR의 CoA와 다음 홉 정보가 있다. NRL은 일반적인 라우팅 프로토콜을 통해서는 갱신되지 않으며, 별도의 MR 등록 메시지 또는 NRL 등록 메시지임을 표시하는 비트 플래그가 포함된 RIRO-RH를 사용함으로써 갱신이 가능하다.

RIRO의 모든 MR들은 TLMR의 CoA 정보를 포함하는 확장된 RA(Router Advertisement)를 광고한다. 확장된 RA를 수신하지 못하는 MR은 자기 자신이 TLMR임을 알고 이동 네트워크에 자신의 CoA 정보가 포함된 확장된 RA 메시지를 방송한다.

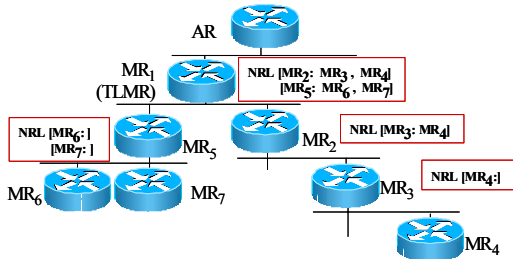


그림 3. 망 구성의 예
Fig 3. Example of nested mobile network.

표 1. 각 MR가 관리하는 NRL 정보
Table 1. NRLs of all MRs.

NRL위치 \ 항목	Attached MR address	Sub MR address list
TLMR	MR ₂ _CoA	MR ₃ _CoA, MR ₄ _CoA
	MR ₅ _CoA	MR ₆ _CoA, MR ₇ _CoA
MR ₂	MR ₃ _CoA	MR ₄ _CoA
.	.	.
.	.	.
.	.	.

Next Header	Header Length	Type=7 or 8	Prefix length
B	Reserved		
DST MR or SRC MR Address			

그림 4. RIRO-RH 구조
Fig 4. Structure of RIRO-RH.

3.2 RIRO-RH를 이용한 패킷 전달

RIRO 방안에서 MR와 HA간의 패킷 전달은 HA로 향하는 패킷과 MR로 향하는 패킷으로 구분할 수 있다. RIRO에서 사용하는 확장 헤더인 RIRO-RH에 형식은 그림 4와 같이 다음 헤더 위치 표시 필드(Next Header), 확장 헤더의 길이 필드 (Header Length), 패킷 형식 필드 (type), prefix 단위의 등록을 위한 prefix 길이 필드, 등록 플래그, IPv6 주소 필드로 구성된다.

본 논문에서는 패킷이 MR에서 HA로 향하는 경우의 RIRO-RH를 RIRO-RH₇이라 정의하고 패킷

형식 필드를 7로, 확장 헤더의 목적지 MR 주소(DST MR) 필드에는 이동 네트워크로 이동해 있는 MR의 CoA 정보를 삽입하여 캡슐화 한다. 이 정보는 내부 필터링에 의한 패킷의 손실을 방지하고 경로 최적화를 위한 정보로 사용된다. 패킷의 방향이 반대인 HA에서 MR인 경우 RIRO 확장 헤더를 RIRO-RH₈로 정의하고 패킷 형식 필드를 8로 설정, 송신원 MR (SRC MR) 주소 필드에는 목적지 MR의 CoA 정보를 삽입한다. 이 정보는 MR까지의 패킷 전달에 필요한 NRL의 참고 정보로 사용된다.

3.2.1 MR에서 HA로 패킷 전달

RIRO-RH₇을 이용하여 MR₄ 하부에 있는 LFN₄가 CN (Correspondent Node)으로 보내는 패킷의 전달 과정을 그림 5에 나타내었다. LFN₄가 CN으로 전달하는 패킷은 우선 MR₄에 전달되어 IPv6 기본 헤더 및 RIRO-RH₇을 사용하여 패킷 전체를 캡슐화하여 HA₄와 터널을 형성한다. 터널의 경로상에 있는 MR₃, MR₂ 및 MR₁이 패킷을 수신하면, 각 MR는 IPv6 기본 헤더의 송신원 주소 (SRC) 필드에 MR 자신의 CoA로 교체하여 전달한다. HA₄에 도달한 패킷은 캡슐이 제거되고 CN에게 최종 전달된다. 각 MR는 RIRO-RH를 사용한 패킷에 대해서는 자신의 HA로 향하는 추가적인 터널을 생성하지 않고 전달하므로, 경로가 우회되지 않고 부가적인 패킷 오버헤드가 발생하지 않는다. 또한 중첩의 깊이에 관계없이 일정한 크기의 오버헤드를 가진다.

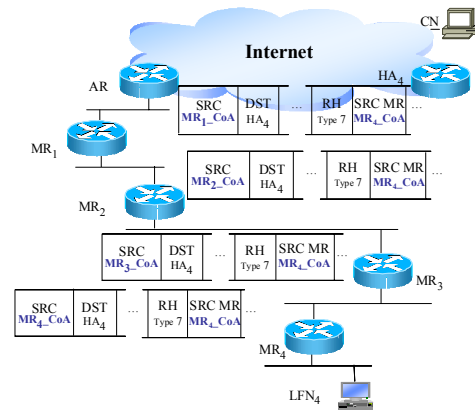


그림 5. HA로 향하는 패킷 전달
Fig 5. Packet transmission from MR to HA.

3.2.2 HA에서 MR로 패킷 전달

그림 6에서는 HA₄에서 MR₄로 향하는 패킷 전달 과정을 나타낸다. CN에서 패킷을 전달 받은 HA₄는

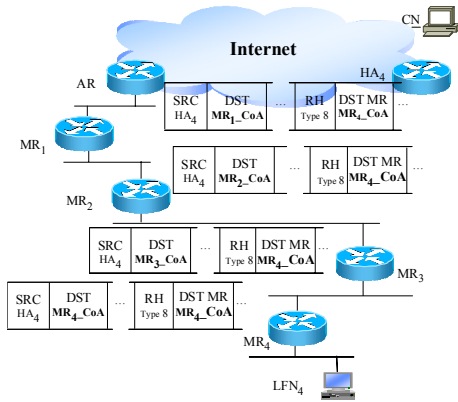


그림 6. MR 로 향하는 패킷 전달
Fig 6. Packet transmission from HA to MR.

우선 기본 헤더의 SRC 필드 및 DST 필드에 각각 HA₄와 TLMR인 MR₁의 CoA를 기록하고 RIRO-RH의 DST MR 필드에 MR₄CoA를 기록하여 패킷을 캡슐화 후 MR₁로 전달한다. MR₁에서는 패킷을 수신하여 RIRO-RH₈의 DST MR 주소가 NRL에 등록되어 있는지를 검사한 후 패킷을 폐기 또는 다음 홉으로 전달한다. 이때 MR₁의 하부에 이동성을 지원하지 않는 LFR이 존재해서 RIRO-RH를 인식하지 못하는 경우를 예방하기 위해, MR₁에서는 NRL을 참고해서 다음 MR의 CoA를 기본 헤더 DST 필드에 기록하여 패킷이 정상적으로 전달되도록 한다.

IV. 성능 분석

제안된 RIRO 방안의 성능을 평가하기 위해 RRH 및 BHT 방안과 오버헤드를 비교 분석한다. 홉 망으로부터 이동하여 중첩 깊이가 N인 이동 네트워크를 가정할 때 구성은 그림 7과 같다. 여기서 중첩 깊이가 N은 LFN에서 AR까지 거처가는 MR의 수와 같다. MR_N 하부에 접속한 LFN과 CN은 이동성 지원 기능이 없는 일반적인 노드이며 두 노드가 통신하는 경우 중첩 깊이가 N에 따른 구간별 오버헤드는 표 2와 같다. 오버헤드는 LFN 또는 CN이 생성한 패킷의 라우팅을 위해 MR_N과 HA_N 사이에서 추가적으로 생성된 헤더의 크기를 나타낸다. N은 통신하는 MR의 깊이를 나타내고, n은 현재 패킷이 지나는 MR 구간을 나타낸다. 공정한 비교를 위해 라우팅을 위해 필요한 최소의 필드를 비교한다. 따라서, Mobile IP에서의 Home Address option 필드와 같은 기능을 하기 위해 RRH에서 사용된 HoA



그림 7. 중첩의 깊이가 N인 이동 네트워크
Fig 7. Mobile network with depth N.

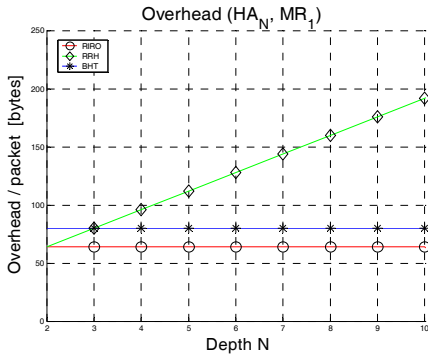
필드를 고려하지 않으며, 모든 방안에서 Home Address option을 사용하지 않은 것으로 가정한다. 또한 만약 LFN과 CN에서 생성된 IPv6의 기본 헤더까지 고려한다면 표 2에서의 모든 항목에 대해 40 바이트가 추가되어야 한다.

RIRO-RH를 이용한 패킷 전달에서 오버헤드는 IPv6의 기본 헤더 40 바이트, RIRO-RH 8바이트, 그리고 DST MR 또는 SRC MR의 주소 공간 16 바이트로 구성되므로 전달방향과 구간에 관계없이 항상 일정한 크기인 64바이트를 가진다. RRH를 이용한 방안에서는 기본 헤더 40 바이트, RRH 8 바이트, N-1개에 해당하는 MR의 주소 공간 16(N-1) 바이트의 합인 16N+32 바이트로 나타난다. BHT를 이용한 터널링 방안에서는 각 MR가 패킷을 캡슐화할 때마다 기본 헤더의 크기인 40 바이트씩 오버헤드가 증가한다. 따라서 MR₁과 HA_N 사이에서는 80 바이트의 오버헤드가 발생하며, MR_N이 송수신하는 패킷에 대해 깊이가 n인 MR와 n-1인 MR 간에는 40(N-n+2) 바이트의 오버헤드가 발생한다.

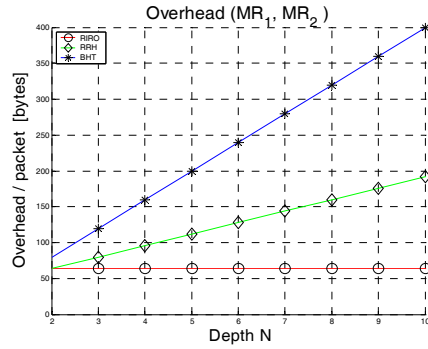
표 2의 결과를 바탕으로 중첩의 깊이 N 값을 1에서 10까지 증가시킬 때 구간별 오버헤드 크기를 비교한 결과는 그림 8과 같다. 다른 방안과 비교해 봤을 때 제안된 RIRO 방안은 전 구간에서 최소 오버헤드를 가지며, 중첩의 깊이가 커질수록 MR₁과

표 2. 중첩의 깊이 N에 대한 구간별 오버헤드(depth N ≥ 2, 단위: bytes)
Table 2. Comparison of packet overhead.

전달 구간 \ 방안	RIRO	RRH	BHT
HA _N ↔ MR ₁	64	16N + 32	80
MR _n ↔ MR _{n-1}	64	16N + 32	40(N-n+2)

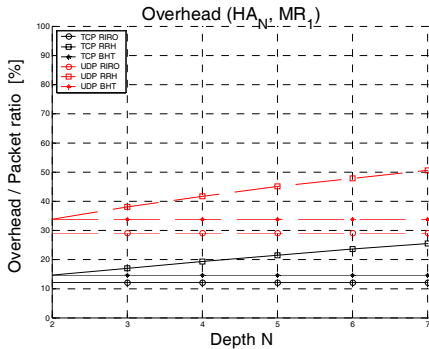


(a) HA_N - MR_1 구간의 오버헤드
(a) Packet overhead between HA_N and MR_1 .

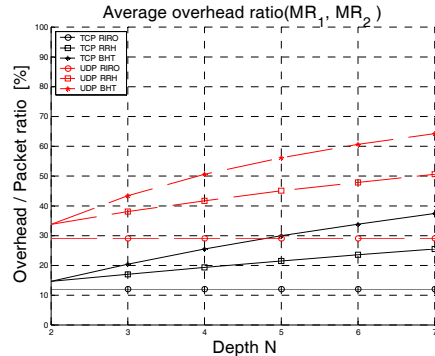


(b) MR_1 - MR_2 구간의 오버헤드
(b) Packet overhead between MR_1 and MR_2 .

그림 8. 깊이 N의 변화에 대한 구간별 오버헤드
Fig 8. Packet overhead according to depth N



(a) HA_N - MR_1 구간의 오버헤드 비율
(a) Packet overhead between HA_N and MR_1 .



(b) MR_1 - MR_2 구간의 오버헤드 비율
(b) Packet overhead between MR_1 and MR_2 .

그림 9. 깊이 N의 변화에 대한 구간별 오버헤드 비율
Fig 9. Packet overhead according to depth N

버헤드를 가지며, 중첩의 깊이가 커질수록 MR_1 과 MR_2 에 사이에 해당하는 이동 네트워크 내부 구간에서는 BHT의 오버헤드가 가장 크게 증가하고 인터넷 구간에서는 RRH 방안의 오버헤드가 가장 크게 증가함을 알 수 있다.

오버헤드 비율 (OR; Overhead ratio)은 MR와 HA 간의 전달과정에서 발생하는 오버헤드만을 고려한 것으로, CN또는 LFN이 생성한 전체 패킷을 payload로 가정한다. OR은 다음 식과 같다.

$$OR = \text{overhead} / (\text{overhead} + \text{payload}) \quad (1)$$

그림 9는 중첩의 깊이 변화와 인터넷 트래픽에 대한 구간별 OR을 나타낸 것이다. IPv4 기반의 망에서 대부분의 트래픽을 차지하는 TCP와 UDP 패킷의 평균 크기인 471 byte 및 157 byte에 대한 각 방안의 OR이며 실제 IPv6 망에서는 결과가 달라질

수 있다⁹⁾.

분석 결과에서 나타나듯이 RHO 방안은 RRH 및 BHT 방안에 비해 이동 네트워크가 중첩된 정도와 관계없이 항상 일정한 오버헤드를 갖는 장점이 있다. 그러나, 이동 네트워크의 모든 MR와 HA에서 RHO-RH를 지원해야 하며, HA에서 MR로 향하는 전달의 경우 최종 목적지로 향하는 다음 홉 MR를 찾기 위해 각 MR에서 NRL을 검색해야 하는 구현상의 복잡도는 다소 증가하게 된다.

V. 결론

본 논문에서는 이동 네트워크 환경에서 효율적인 경로 최적화 지원을 위해 지역적인 정보인 NRL과 라우팅 확장 헤더인 RHO-RH를 사용하여 네트워크 이동성을 지원하는 방안을 제안하였다. 제안된

RIRO 방안은 이동 네트워크의 하부로 향하는 패킷에 대해 NRL을 검색하여 다음 홉의 MR을 판단하여 패킷을 전달함으로써 경로를 최적화 시킨다. 그리고 MR와 HA 간에 패킷을 전달하기 위해 중첩의 깊이와는 무관한 크기를 갖는 RIRO-RH를 사용함으로써 NEMO Basic에서 발생하는 Pinball routing 문제를 효과적으로 해결한다. 고정된 작은 오버헤드를 가지므로 기존의 RRH 및 BHT 방안에 비해 오버헤드 면에서 우수한 성능이 나타나는 것을 분석을 통하여 확인하였다. 특히 이동 네트워크에서 중첩의 깊이가 클수록 기존 방안에 비해 효율적임을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," RFC 3344, Aug. 2002.
- [2] D. Johnson et al., "Mobility Support in IPv6," *Internet Draft*, <draft-ietf-mobileip-ipv6-24.txt>, Jun. 2003.
- [3] V. Devarapalli et al., "Nemo Basic Support Protocol," *Internet Draft*, <draft-ietf-nemo-basic-support-01.txt>, Sep. 2003.
- [4] P. Thubert et al, "IPv6 Reverse Routing Header and its application to Mobile Networks," *Internet Draft*, <draft-thubert-nemo-reverse-routing-header-03.txt>, Oct. 2003.
- [5] Hyunsik Kang et al., "Route Optimization for Mobile Network by Using Bi-directional Between Home Agent and Top Level Mobile Router," *Internet Draft*, <draft-hkang-nemo-ro-tlmr-00.txt>, Jun. 2003.
- [6] Jongkeun Na et al., "Secure Nested Tunnel Optimization using Nested Path Information," *Internet Draft*, <draft-na-nemo-nested-path-info-00.txt>, Sep. 2003.
- [7] C. W. Ng and T. Tanaka, "Securing Nested Tunnels Optimization with Access Router Option," *Internet Draft*, <draft-ng-nemo-access-router-option-00.txt>, Oct. 2002.
- [8] H. Ohnishi et al., "HMIP based Route optimization method in a mobile network," *Internet Draft*, <draft-onishi-nemo-ro-hmip-00.txt>, Oct. 2003.
- [9] S. McCreary et al., "Trends in wide area IP

traffic patterns-A view from Ames Internet Exchange," in *ITC Specialist Seminar*, Monterey, CA, 18-20 Sep. 2000.

김 준 우 (Joon woo Kim)

정회원



1999년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업
 2004년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
 2004년 3월~현재 삼성전자 무선사업부 근무
 <관심분야> IP 이동성, 네트워크

크 이동성

박 희 동 (Hee dong Park)

정회원



1993년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업
 1998년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
 2001년 3월 경북대학교 전자공학과 박사 수료
 1998년 3월~현재 포항1대학 컴퓨터응용학과 조교수

<관심분야> 네트워크 이동성, 차세대 네트워크, 영상신호처리

이 강 원 (Kang won Lee)

정회원



2002년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업
 2004년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
 2004년 3월~현재 경북대학교 전자공학과 박사과정
 <관심분야> 네트워크 이동성,

트래픽 제어, BcN, Wibro

최 영 수 (Young soo Choi)

정회원



1998년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업
 2000년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
 2000년 3월~현재 경북대학교 전자공학과 박사과정
 <관심분야> 트래픽 제어, 차세대 인터넷 프로토콜 및 이동 통신망, 광 인터넷

조 유 제 (You ze Cho)

정회원



1982년 2월 서울대학교 전자
공학과 졸업
1983년 2월 한국과학기술원전
자 공학석사
1988년 2월 한국과학기술원전
자 공학박사
1989년 3월~현재 경북대학교

전자전기컴퓨터학부 교수

2002년 2월~2003년 1월 미국 국립표준연구소(NIST),
직원연구원

1992년 8월~1994년 1월 Univ. of Toronto, 객원교수
<관심분야> 차세대 이동네트워크, BcN, 센서 네트
워크

조 봉 관 (Bong kwan Cho)

정회원



1992년 2월 대구대학교 전자
공학과 졸업
1995년 3월 일본 게이오 대학
교 계측공학과 석사
2003년 3월~현재 한양대학교
전자통신전파공학과 박사과정
1996년12월~현재 철도기술연

구원 전기신호연구본부 선임연구원

<관심분야> MobileIP, 철도차량 이동네트워크