

중첩된 이동 네트워크에서 경로 최적화에 관한 연구

최지형* 김동일

동의대학교

A Study on Route Optimization in Nested Mobile Network

Ji-hyoung Choi* Dong-il Kim

Donggeui University

E-mail : cjhnsji@deu.ac.kr

요 약

Mobile IP는 이동 노드에 대한 이동성을 제공할 뿐 네트워크의 이동성은 제공하지 않는다. 네트워크의 이동성을 지원하기 위하여 IETF에서는 NEMO(NETwork MOBility)를 제안하였다. 이동 네트워크에서는 경로 최적화가 심각한 문제이기 때문에, NEMO WG에서는 주로 중첩된 네트워크 환경에서 경로를 최적화하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 본 논문은 중첩된 이동 네트워크에서 경로 최적화에 관한 방안을 제시하고자 한다.

ABSTRACT

The Mobile IP provides the mobility of Mobile Node, but does not provide the mobility of network. For support the mobility of network, the IETF has proposed NEMO(NETwork MOBility). Route Optimization is a serious problem in mobile network, so several solutions for route optimization in nested mobile network have been suggested by the IETF NEMO WG. This paper proposes scheme about Route Optimization in nested mobile network.

키워드

Route Optimizaion, NEMO, Mobile IP, mobility, nested mobile network

1. 서론

인터넷의 확산과 개인 휴대 단말기의 발전으로 이동 환경에서도 인터넷 서비스의 필요성이 점점 커지고 있다. Mobile IP 프로토콜[1]을 이용하여 이동 중인 개인 휴대 단말기에서도 인터넷을 사용할 수 있게 되었으며, 최근 몇 년간 단말의 이동이 아닌 버스, 기차, 선박 등 많은 수의 호스트가 동시에 이동하는 경우를 고려한 Network Mobility (NEMO)에 대한 연구가 활발히 진행되었다. NEMO 기술은 IETF NEMO WG를 중심으로 연구되고 있으며 기존 Mobile IP에서의 연구 결과를 바탕으로 기본적인 네트워크 이동성을 지원하는 NEMO Basic Support Protocol[2]이 RFC 3693문서로 발안되었다. NEMO Basic Support Protocol에서는 MR(Mobile Router)과 HA(Home Agent)간의 양방향 터널을 사용함으로써 Mobile IP 기능이 없는 호스트 간에도 기존 IP 프로토콜

을 수정하지 않고 통신이 가능하다. 그러나 NEMO Basic Support Protocol은 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[3,4].

현재 NEMO WG에서는 IPv6 환경에서 이동 네트워크의 경로를 최적화하는 방안에 대한 연구를 수행하고 있으며 거의 막바지에 이르렀다. 대표적인 예로는 확장된 라우팅 헤더인 RRH[5]를 이용하는 방안과 HA와 최상위 MR 간의 양방향 터널링을 이용하는 BHT(Bi-directional tunnel between Home agent and Top level mobile router)[6] 방안 등이 제안되었다. 그러나 기존 제안된 방안들은 중첩된 이동 네트워크 환경에서

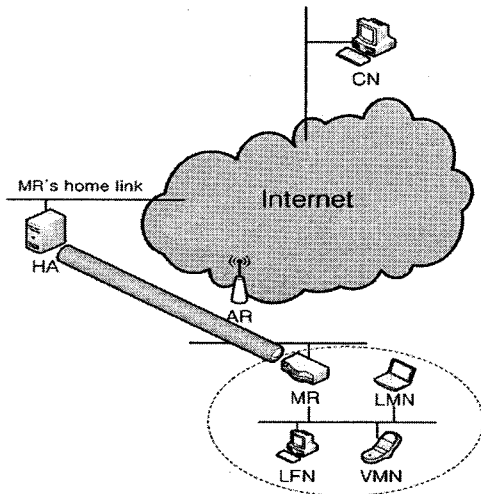
경로 최적화를 지원하지만 중첩의 깊이가 증가할수록 패킷 오버헤드가 증가하는 문제점이 있다.

본 논문은 바인딩 갱신 메시지에 새로운 비트인 N비트를 추가하여 경로 최적화 문제를 해결하는 방안을 제안한다. 본 논문의 구성은, II절에서 관련 연구에 대해서 살펴보고, III절에서는 경로 최적화를 위한 제안 방안을 설명하고, 마지막으로 IV절에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. RFC 3963 - NEMO Basic Support Protocol

단말의 이동성에 관한 표준이 Mobile IP이라면 NEMO Basic Support Protocol은 네트워크의 이동성에 관한 표준이다. 이것은 경로 최적화를 고려하기에 앞서 네트워크의 연결성을 우선시하여 가장 기본적인 연결 기법, 요구 사항 등을 소개한 문서이다.



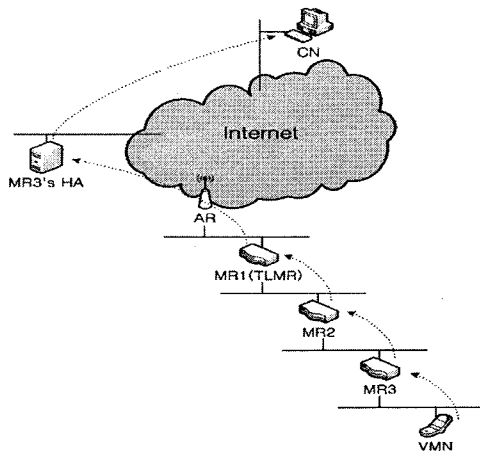
[그림 1] NEMO Basic Support Protocol

위의 그림과 같이 이동 네트워크의 단말들은 MR에게 연결이 되어있으며, 이 MR 하부에는 MNN(Mobile Network Node)들이 존재한다. MNN은 LMN(Local Mobile Node), VMN(Visiting Mobile Node), LFN(Local Fixed Node) 등을 총칭하는 용어이다. 중첩된 이동 네트워크를 고려해 볼 때 이동 단말이 인터넷 연결성을 유지하기 위해서는 각 단계의 MR에서의 터널링을 통하여 각 MR의 HA를 거쳐서 바인딩 갱신 메시지를 전송한다. 또한 임의의 CN(Correspondent Node)이 중첩된 이동 네트워크의 이동 단말과 통

신하고자 할 때, 패킷은 MR들의 HA와 MR들 간의 터널을 통하여 패킷을 전송하는 핀볼 라우팅 현상이 발생하며, 이에 따른 패킷 오버헤드가 커져서 효율성이 떨어지게 된다. 따라서 패킷을 전송하기 위해 경로 최적화에 관한 연구가 필요하고 계속적으로 진행되고 있다.

2. RRH(Reverse Routing Header)

RRH는 중첩된 이동 네트워크 환경에서 각 MR들의 HA를 모두 지나지 않도록 경로를 줄여서 패킷을 보내기 위한 방법이다. 즉, CN으로부터 임의의 패킷이 중첩된 네트워크의 가장 말단에 있는 MN에게 오면 MN이 다시 패킷을 전송할 때에 MN의 링크를 관리하는 MR이 MN의 패킷을 헤더 기법으로 단 하나의 터널링을 통해서 TLMR(Top Level Mobile Router)에서 MN의 링크를 담당하는 MR의 HA에게 바로 패킷을 전송할 수 있도록 만든 프로토콜이다. 이렇게 RRH를 통해서 보내는 패킷은 BU(Binding Update)와 BA(Binding Acknowledgment)뿐만 아니라 데이터 패킷도 단축된 경로를 통해서 보내고 받을 수 있는 장점이 있다. 아래 그림은 RRH가 어떻게 동작하는지와 터널링 헤더가 어떻게 변화하는지를 설명한 것이다.

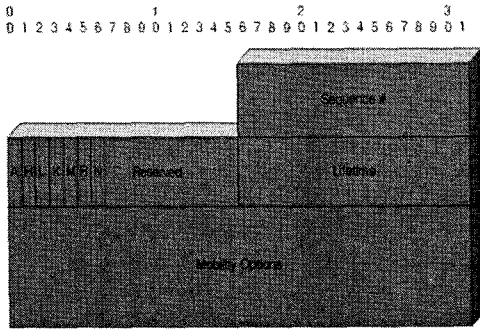


[그림 2] RRH를 이용한 패킷 전달 과정

III. 제안 사항

제안하는 방안에서는 바인딩 갱신 메시지 형식을 수정하였다. 경로를 최적화하기 위해 바인딩 갱신 메시지 내에 N비트를 추가하였다. N비트는 MNN이 중첩된 이동 네트워크에서 패킷을 보낼 때 1로 설정된다. 만약 N비트가 설정되면 MNN

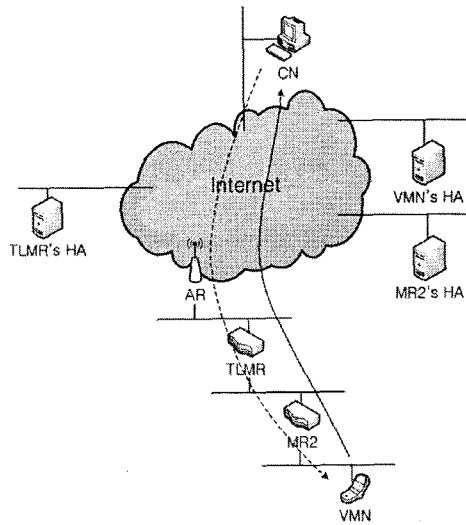
을 품은 MR이 경로 최적화를 위한 특별한 기능을 수행한다. MN이 MR의 서브넷에 들어오게 되면 MN은 HA에게 바인딩 갱신을 수행하게 되며 MR은 이동 네트워크 내에 있는 새로운 주소 정보를 추가한다.



[그림 3] 새로운 바인딩 갱신 메시지 포맷

다음은 새로운 바인딩 갱신 메시지를 통한 구체적인 동작 과정을 설명한다. MNN이 새로운 이동 네트워크에 들어오게 되면 MNN은 통신하고 있는 CN과 바인딩 갱신 절차를 수행하기 앞서, 자신의 HA와 바인딩 갱신 절차를 완료했다고 가정한다. 아래 그림은 제안하는 방안으로 중첩된 이동 네트워크에서 어떻게 바인딩 갱신 절차가 이루어지는지를 보여준다. 새로 들어온 VMN의 첫 패킷에 대해 중간에 있는 라우터들은 주소 정보에 대한 등록 절차를 갖는다. 즉, 첫 패킷에 대해 VMN이 CN과의 위치정보 갱신을 위해 메시지 형식에 새로 정의한 N비트를 1로 설정하고, 바인딩 갱신 메시지를 CN에게 보내게 된다. 이 패킷을 받은 MR3는 N비트가 1로 설정되어 있음을 인식하고, 자신의 윗 단으로 패킷을 전송할 때 하나의 추가 슬롯을 두어 그곳에 자신의 홈 주소를 추가한 다음에 내부 필터링을 막기 위해 자신의 CoA를 송신지 주소에 바꾸어 넣어 MR2로 보낸다. 그 후 MR2에서는 자신의 캐쉬에 패킷 주소 정보(송신지 주소, 목적지 주소 등)를 저장한 후에 기존의 송신지 주소와 자신의 송신지 주소를 바꾸어 윗 단으로 보낸다. TLMR에서는 MR2의 방식과 같이 작동을 하며, CN에게도 이 패킷이 중첩된 이동 네트워크에서 왔음을 알리고, 차후의 경로 실패에 대한 수단으로 추가적인 HAO(Home Address Option) 슬롯에 TLMR의 홈주소를 넣어서 CN에게 바로 전송한다. 바인딩 갱신 메시지를 받은 CN은 다시 TLMR에게 바인딩 확인 패킷을 보내고 각 이동 라우터들은 이 패킷의 주소 정보와 각 라우터의 캐쉬에 있는 주소 정보를 비교 확인하여 아랫 단으로 패킷을 전

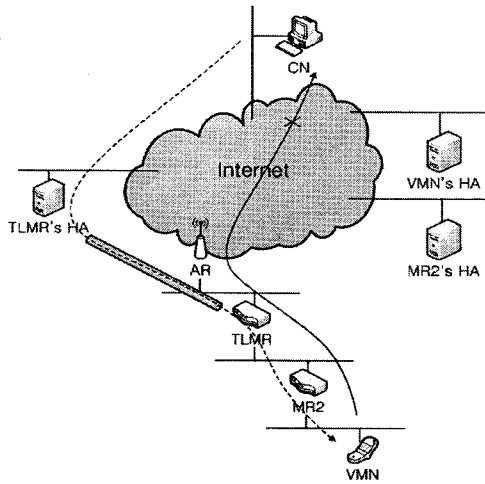
송한다. 차후에 VMN이 CN에게 패킷을 보낼 때는 이미 이동 라우터들이 패킷 주소 정보에 대한 캐쉬 등록을 마쳤기 때문에 추가적인 HAO 슬롯 없이 일반적인 MIPv6 매커니즘에 따라 동작하게 된다. 이 방안을 통해 매번 MR들의 HA를 경유하지 않고 CN과 MR이 직접 패킷들을 주고 받을 수 있다. 다음은 만약 링크가 실패했을 때의 복구 절차에 대한 설명이다.



[그림 4] 새로운 BU 메시지에 따른 동작 과정

링크 실패 시 복구 절차는 다음과 같다. 네트워크 혼잡, 링크 실패, 패킷 손실 등과 같은 문제들은 서로 통신하는 두 노드 사이에 패킷을 제대로 전달할 수 없도록 유발한다. 따라서 세션 연결의 연속성을 위해서 본 논문은 복구를 지원하기 위한 절차를 제공한다. 아래 그림은 VMN과 CN 사이에 최적화된 경로에 패킷 손실이 있을 때 TLMR의 HA를 통해 우회하도록 하는 복구 절차를 설명하고 있다. VMN이 CN에 바인딩 갱신 메시지를 전송할 때 추가된 HAO 슬롯에 TLMR의 홈 주소 또한 함께 전송하기 때문에 CN은 세션을 유지하기 위해 TLMR의 HA로 패킷을 전달할 수 있다. TLMR의 HA는 이 패킷을 보고 TLMR로 터널링하여 안전하게 패킷을 전달할 수 있도록 한다.

만약 네트워크 혼잡, 링크 실패, 패킷 손실 등과 같은 문제로 링크가 실패되어 패킷을 전송할 수 없을 경우에도 복구 절차를 통해 세션을 계속적으로 유지할 수 있게 된다.



[그림 5] 링크 실패 시 복구 절차

IV. 결론

중첩된 이동 네트워크 환경에서 경로를 최적화하는 것이 중요한 이슈이다. 본 논문은 이동 네트워크 환경에서 효율적인 경로 최적화를 지원하기 위해 바인딩 갱신 메시지에 N비트를 추가하는 방안을 제안하였다. 새로운 바인딩 갱신 메시지를 통해 매년 MR들의 HA를 경유하지 않고 CN과 MR이 직접 통신하기 때문에 오버헤드를 줄일 수 있다. 향후 연구과제로 시뮬레이션을 통해 기존의 경로 최적화 기법인 RRH, BHT, PCH(Path Control Header)[7] 등과 같은 프로토콜과 비교하여 검증할 것이다.

참고 문헌

- [1] Johnson, D., Perkins, C., and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", RFC 3775, June 2004.
- [2] Devarapalli, V., Wakikawa, R., Petrescu, A., and P. Thubert, "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", RFC 3963, January 2005.
- [3] Ng, C-W., Thubert, P., Watari, M., and F. Zhao, "Network Mobility Route Optimization Problem Statement", RFC 4888, July 2007.
- [4] Ng, C-W., Zhao, F., Watari, M., and P. Thubert, "Network Mobility Route Optimization Solution Space Analysis", RFC 4889, July 2007.
- [5] Thubert, P. and M. Molteni, "IPv6 Reverse Routing Header and its application to Mobile Networks", Work in Progress, February 2007.
- [6] 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-nemoro-tlmr-00.txt>, Jun. 2003.
- [7] Jongkeun Na, "A Unified Route Optimization Scheme for Network Mobility", IFIP International Federation for Information Processing 2004