

# 멀티호밍 이동네트워크 환경 내부 경로 최적화 기법

김경준\*, 송주석\*

\*연세대학교 컴퓨터과학과

e-mail:theboy@emerald.yonsei.ac.kr

## Intra Route Optimization Scheme in Multihoming NEMO

KyungJoon Kim\*, JooSeok Song\*

\*Dept of Computer Science, Yonsei University

### 요 약

이동성을 가지는 네트워크 환경이 발생하면서 이를 지원하기 위한 이동 네트워크(NETwork MObility) 프로토콜이 설계되었다. 하지만 표준 이동 네트워크 기술은 라우팅시에 최적화된 경로를 통하여 패킷이 전달되지 못하는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위한 이동 네트워크 경로 최적화 기법이 많이 연구되고 있는데 멀티호밍(multihoming) 환경을 고려하여 경로 최적화를 할 경우 더욱 좋은 성능을 향상을 기대할 수 있다. 이 논문에서는 멀티호밍 이동네트워크 환경에서 내부 경로 최적화를 통하여 성능을 향상시킬 수 있는 기법을 제시한다.

### 1. 서론

미래의 네트워크 환경이 IP 기반의 네트워크 환경으로 발전할 것으로 예상됨에 이에 대한 많은 연구가 수행되고 있다. 이동성을 지원하기 위한 이동 아이피(mobile IP)[1] 기술이 있는데 이는 단말의 이동성을 지원하기 위해 설계된 기술이다. 하지만 항공기, 기차, 개인 영역 네트워크(Personal Area Network)와 같이 하나의 네트워크가 그 자체로 이동성을 가지는 환경에서는 이동 네트워크 내의 단말이 이동 아이피 기술을 이용하여 개별적으로 이동성을 관리하는 것 보다 네트워크 차원에서 이동성을 관리할 경우 관리가 용이하고 성능 향상을 기대할 수 있다. 이를 위하여 IETF NEMO(NETwork MObility, 현 Mobility EXTensions for IPv6)[2] 작업 그룹에서 네트워크 이동성을 지원하기 위한 NEMO basic support[3] 표준을 마련하였다. NEMO basic support 표준에 따르면 이동 아이피 기술에서와 같이 NEMO 프로토콜에서는 홈에이전트(home agent)가 모바일 라우터의 이동성을 관리한다. 이러한 동일한 구조 때문에 이동 아이피에서 발생하는 라우팅 경로 문제가 이동 네트워크 환경에서도 동일하게 발생한다. 이러한 라우팅 문제로 인하여 패킷 전달의 지연시간이 발생하고 프로세싱 등으로 인한 네트워크의 부하를 가중시킬 수 있다. 더욱 심한 문제는 이동네트워크 프로토콜에서 모바일 라우터 아래에 다른 모바일 라우터가 접속할

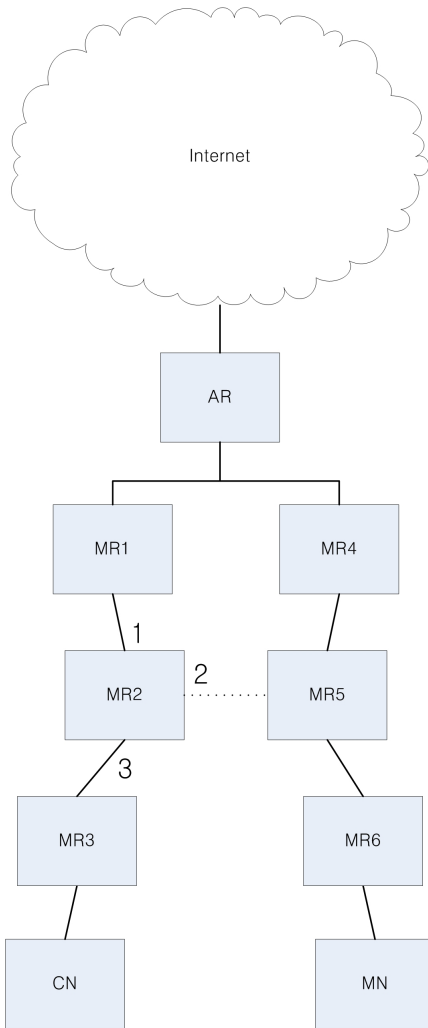
수 있도록 하였는데 이러한 중첩된 이동 네트워크(nested NEMO) 환경에서는 이동 네트워크 내의 단말과 통신을 할 경우 상위에 있는 모든 이동 라우터의 홈에이전트를 거친 후 패킷이 전달되기 때문에 라우팅시 발생하는 문제는 더욱 더 심해질 수 있다.

이를 해결하기 위하여 많은 이동 네트워크 경로 최적화 기법들이 제시되었다. 하지만 대부분의 이동네트워크 경로 최적화 기법들은 멀티호밍(multihoming) 환경을 고려하지 않고 경로 최적화가 이루어졌다. 멀티호밍 환경에서는 다양한 경로를 통하여 패킷이 전달될 수 있어 기존의 이동 네트워크 경로 최적화 기법보다 좋은 성능을 기대할 수 있다. 무선 메쉬 네트워크 환경에서는 다수의 인터페이스를 이용한 라우팅 경로 최적화 연구[7]가 이루어 졌지만 이동네트워크 환경은 계층적인 주소 체계로 인하여 이에 대한 연구가 부족한 상황이다. 이 논문에서는 이동네트워크에서 내부 경로 최적화를 통한 성능 향상 기법을 제시한다.

### 2. 제안 기법

(그림 1)과 같은 트리 구조의 네트워크 환경에서 최적 경로는 CN-MR3-MR2-MR1-AR-MR4-MR5-MR6-MN 으로 이어지는 경로이다. 하지만 MR2와 MR5 사이의 거리가 충분히 가까워 직접 통신을 할 수 있는 경우 그물(mesh) 구조로 네트워크 토폴로지를 보았을 때 최적의 경로는 CN-MR3-MR2-MR5-MR6-MN 이 된다. 즉 트리

이 논문은 2008년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2006-000-10614-0).



(그림 1) 이동 네트워크 환경

구조를 기반으로한 경로 설정 때문에 더 가까운 경로가 있음에도 불구하고 먼 경로로 패킷이 라우팅 되는 것이다.

이동 네트워크 환경에서 트리 구조를 기반으로 하는 라우팅이 이루어지는 이유는 이동 라우터의 인터페이스(interface) 한계에서 비롯된다. 이동 라우터의 외부 인터페이스로 무선랜과 같은 인터페이스를 사용할 경우 한번에 하나의 네트워크에만 접속할 수 있다. MR2가 ‘인터페이스 1’로 MR1에 접속하고 있는 경우 MR5와 통신 범위에 있지만 동시에 통신을 할 수 없는 구조이다.

하지만 MR2가 외부인터페이스로 ‘인터페이스 1’ 이외에 ‘인터페이스 2’를 추가로 가지고 있는 경우, 또는 하나의 이동 네트워크에 다수의 이동 라우터가 존재하는 멀티호밍 환경에서는 MR2는 외부 네트워크와 연결을 위한 기본 라우터로 ‘인터페이스 1’을 사용하여 MR1과 통신을 하고 추가적으로 ‘인터페이스 2’를 사용하여 MR5와 통신을 할 수 있다.

MR2는 MR5의 정보를 라우터 알림(router advertisement) 메시지를 통하여 MR2에게 전달된다. 이 메시지에는 MR5의 네트워크 프리픽스(prefix) 정보가 포

함되어 있다. MR2는 라우팅 테이블에 해당 정보를 기록함으로써 MR5의 프리픽스에 속하는 패킷은 ‘인터페이스 2’를 통하여 MR5에 전달된다. 하지만 MR6에 속한 이동 노드의 경우 MR6의 프리픽스를 바탕으로 주소가 생성되어 있어서 MR2의 라우팅 테이블에는 MR6의 네트워크 프리픽스 정보가 추가되지 않아서 기존의 이동 네트워크 경로 최적화 기법에 의해 결정된 경로를 통하여 패킷이 전달되어야 한다.

네트워크 프리픽스 위임을 통한 이동네트워크 경로 최적화 기법[4]에서는 하위 이동 라우터 네트워크 프리픽스는 자신의 상위 라우터의 네트워크 프리픽스에 속하도록 설계되었다. 따라서 MR2의 라우팅 테이블에 MR5의 네트워크 항목만 있어도 MN의 주소는 MR5의 프리픽스에 속하게 되어 이 경우 최적의 경로를 통하여 패킷이 전달될 수 있다.

트리 정보를 이용한 이동 네트워크 경로 최적화 기법[5]을 사용할 경우 경로 최적화를 위하여 미리 이동 네트워크의 트리 정보를 구할 수 있다. 이를 활용할 경우 이동 네트워크 내부 토폴로지 및 MR6 주소 및 네트워크 프리픽스 정보를 구할 수 있어서 해당 정보를 기반으로 라우팅 테이블을 작성할 수 있다.

또는 이동 라우터가 자신의 하위 이동 라우터의 모든 네트워크 프리픽스 정보를 관리하여 경로 최적화를 수행하는 기법들의 경우 라우터 알림 메시지에 자신만의 네트워크 프리픽스 정보만이 아닌 자신의 하위 이동 라우터의 모든 프리픽스 정보를 실음으로써 네트워크 경로를 설정할 수 있다.

(그림 1)에서 MR5가 자신의 네트워크 프리픽스 정보만이 아닌 MR6의 프리픽스 정보도 같이 라우터 알림 메시지에 실음으로써 MR2는 자신의 라우팅 테이블 갱신을 통하여 MN으로 갈 패킷을 MR5를 통하여 최적의 경로로 전달할 수 있다. 이때 MR2에 생성될 라우팅 테이블 정보는 <표 1>과 같다.

<표 1 > MR2의 라우팅 테이블

destination	nexthop	interface
MR5 prefix	MR5	2
MR6 prefix	MR5	2
default	MR1	1

이 기법은 이동 네트워크에 다수의 이동 라우터가 존재하는 환경에도 적용될 수 있는데 이 경우 같은 이동 네트워크에 속하는 라우터의 경우 무선이 아닌 유선 인터페이스를 통해 연결되어 있을 수도 있다. 이 경우 무선 네트워크 환경에 영향을 덜 미치면서 이동 라우터간의 라우팅

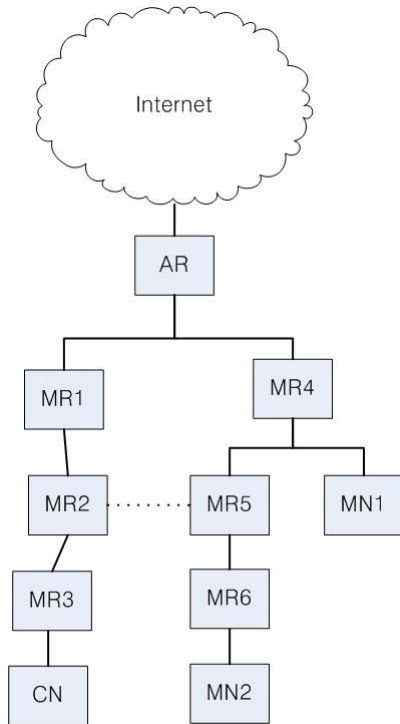
정보 교환 및 패킷 전달이 가능하기 때문에 이로 인한 추가 비용은 적다고 볼 수 있다.

제시된 기법의 장점은 내부 라우팅 시에 상위 이동 라우터를 거치지 않고 최단의 경로로 라우팅이 이루어질 수 있어서 MN과 CN간 서비스 품질 향상을 기대할 수 있다. 또한 상위 네트워크를 거치지 않기 때문에 네트워크 자원을 낭비를 줄일 수 있다.

다수의 라우팅 경로를 확보함으로써 하나의 링크에 오류가 발생하더라도 다른 링크를 통하여 데이터를 전송할 수 있다. 또한 인터페이스간의 순차적인 핸드오프를 수행함으로써 서비스 연속성을 제공할 수 있다. 또한 라우팅 경로의 다양화로 네트워크 부하를 분산시키는 효과를 가져올 수 있다.

단점으로는 추가적인 경로를 관리하여야 하기 때문에 이를 유지하기 위한 추가 비용이 발생한다는 점이다.

제시된 기법은 이동 네트워크의 토폴로지에 큰 영향을 받는다. 토폴로지에 따라서는 기존의 라우팅 경로보다 대폭 축소된 경로를 통하여 패킷이 전달될 수도 있고 그렇지 않은 경우 큰 성능 향상을 얻지 못할 수도 있다.



(그림 2) 이동 네트워크 환경

예상 가능한 시나리오로는 (그림 2)에서 CN이 MR5 상위에 있는 MN1과 통신하는 경우 MR5 하위에 있는 MN2와 통신하는 경우로 나뉠 수 있다. 이때 내부 경로 최적화를 통해 줄어드는 hop 수는 다음과 같다.

1) MN1과 통신하는 경우

$$(MR2-AR-MR4\text{간 hop 수}) - (MR2-MR5-MR4\text{간 hop 수})$$

2) MN2와 통신할 경우

$$(MR2-AR\text{간 hop 수}) + (AR-MR5\text{간 hop 수}) - 1$$

이동 네트워크 내부에 있는 노드간의 통신이 발생할 경우에만 경로의 단축이 일어나기 때문에 외부로 나가는 패킷의 경우 성능 향상이 없다. 하지만 멀티호밍으로 인한 효과는 그대로 적용될 수 있다. 또한 내부 경로 최적화를 통하여 상위의 MR 및 AR를 거치지 않고 패킷이 전달되어 전체적인 네트워크 성능이 향상될 수 있다.

### 3. 결론

본 논문에서는 이동 네트워크 환경에서 멀티호밍을 기반으로 내부 경로 최적화 기법을 제시하였다. 제시된 기법은 이동 라우터가 다수의 외부 네트워크 인터페이스를 가지거나 또는 이동 네트워크에 다수의 라우터가 있는 멀티호밍 이동 네트워크 환경에서 추가적인 경로의 확보를 통하여 기존의 경로 최적화 기법 보다 짧은 경로를 통하여 패킷 전달이 가능하도록 하였다.

### 참고문헌

[1] D.Johnson, C. Perkins and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", IETF RFC 3775, June 2004  
 [2] IETF Mobility EXTensions for IPv6 working group <http://www.ietf.org/html.charters/mext-charter.html>  
 [3] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu, P. Thubert "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", RFC 3963, January 2005  
 [4] K. Lee, J. Park, H. Kim, "Route Optimization for Mobile Nodes in Mobile Network based on Prefix Delegation" 58th IEEE Vehicular Technology Conference, October 2003  
 [5] Hosik Cho, Taekyoung Kwon, Yanghee Choi, "Route Optimization Using Tree Information Option for Nested Mobile Networks", IEEE JSAC, September 2007  
 [6] Chan-Wah Ng, Thierry Ernst, Eun Kyoung Paik, Marcelo Bagnulo, "Analysis of Multihoming in Network Mobility Support", IETF RFC 4980, October 2007  
 [7] P. Kyasanur, N.H. Vaidya "Routing and interface assignment in multi-channel multi-interface wireless networks", Wireless Communications and Networking Conference, March 2005