

멀티 홈을 지원하는 중첩 이동 네트워크에서 최적 이동 라우터 선택에 관한 연구

백선욱*, 김대연*, 선근주**, 심억수**
*상명대학교, **(주)비트컴퓨터
e-mail: paeksu@smu.ac.kr

A Study on the Selection of Mobile Router in Multi-Homed Nested Mobile Networks

Seonuck Paek*, Daeyoun Kim*, Keunjoo Sun**, Eoksoo Sim**
*Sangmyung University, **BIT Computer

요 약

본 논문에서는 중첩된 이동네트워크(nested mobile network) 환경에서 멀티홈 기능을 지원하도록 구현한 내용을 기술한다. 멀티 홈 환경에서 이동 노드는 중첩도가 낮은 이동 네트워크를 우선적으로 선택하도록 설계 구현하였다. 구현된 중첩 이동 네트워크 시스템은 계층적 프리픽스 위임 기법에 기반한 경로 최적화(Hierarchical Prefix Delegation)를 지원하고 있다. 구현된 시스템을 테스트한 결과 이동 노드, 이동 라우터, 홈 에이전트 등이 기대한 대로 동작함을 확인하였는데, 특히 멀티 홈 환경에 접속된 모바일 노드는 중첩도가 낮은 이동라우터를 성공적으로 선택하여 통신한다는 것을 확인할 수 있었다.

1. 연구 배경

최근에 노드 단위의 이동성을 넘어 네트워크 단위의 이동성(NEMO: Network Mobility)을 지원하는 방안에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다[1][2].

NEMO는 네트워크나 단말의 이동성을 위한 기능을 각 이동 노드(Mobile Node)가 아니라 이동 라우터(Mobile Router)가 처리하도록 함으로써 이동성과 관련된 시그널링 오버헤드를 줄이고자 하는 것이다. 이러한 네트워크 이동성을 효과적으로 지원하기 위한 기술로 IETF NEMO Working Group에서는 Basic NEMO, HPD (Hierarchical Prefix Delegation)등 다양한 방안을 검토하고 있다. 이동 네트워크 아래 또다른 이동 네트워크가 접속되는 중첩 이동 네트워크(Nested Mobile Network) 구성도 가능하다[3][4]. 한편, 이동 노드가 여러 개의 이동

네트워크에 접속하는 멀티 홈(multi-home) 구성도 가능한데, 이 경우에는 어느 이동 네트워크를 통해 접속할 지를 결정하는 방법이 필요하다[5][6].

본 논문에서는 이러한 중첩된 이동 네트워크 상황에서 멀티 홈 기능을 지원하도록 설계 구현한 내용을 기술한다. 멀티 홈 환경에서 접속 이동 라우터를 선택할 때는 중첩도가 낮은 이동 라우터를 선택하도록 하였다. 2 절에서는 네트워크 이동성에 관한 관련 연구를 기술하고 3절에서는 본 논문에서 설계 구현한 시스템의 구현 내용을 기술한다. 4 절에서는 구현 시스템에 대한 테스트 결과를 기술한다.

2. 관련 연구

네트워크 이동성이란 네트워크 전체가 하나의 단위로 이동 하는 것을 말한다. 그림 1은 홈 네트워크

(AR1)에 접속되어 있던 MR(Mobile Router) 및 LFN(Local Fixed Node: 이동성을 지원하지 않는 단말)이 전체적으로 AR2 아래로 이동하였으며, 여기에 새로운 이동 노드인 VMN(Visited Mobile Node)이 접속하였을 때 VMN과 CN의 통신을 나타내는 그림이다.

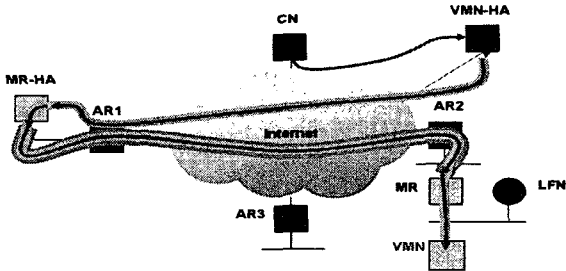


그림 1 이동 네트워크 지원 구조

여기서 경로 최적화를 하지 않는 경우에는 VMN이 MR에 접속하면 MR로부터 MR의 서브 네트워크에 대한 Prefix를 라우터 광고 받게 된다. VMN은 이 Prefix를 기준으로 CoA를 생성함으로 네트워크 위상으로 보면 MR의 홈 링크의 서브 네트워크에 붙는 모양이 된다. 이것은 VMN과 CN이 통신 하기 위해서 항상 MR의 홈 에이전트를 경유하게 하는 문제를 발생한다. 이러한 문제는 중첩의 정도가 깊어 질수록 심각해질 것이다. 이러한 문제에 대한 해결책으로 Hierarchical Prefix Delegation Protocol이 제안되어 활발히 검토 중이다[3][4]. HPD에서 상위 라우터는 하위 라우터에 Prefix를 위임함으로써 계층적인 Prefix 위임을 수행한다.

그림 2는 Prefix 위임의 예를 보여주고 있는데, 루트 라우터 R1의 Ingress Interface중 하나인 eth1의 주소가 3ffe:501:ffe::/48이라고 가정하면, 루트인 R1은 서브 라우터인 R2로부터 Prefix 위임 요청을 받게 된다. 루트 라우터는 자신의 Prefix 길이에 4bit를 더한 Prefix 길이를 갖는 Prefix 3ffe:501:ffe:10과 3ffe:501:ffe:20을 R2에게 위임 하였다. 같은 방법으로 R2는 R4에게 위임하는 과정을 거쳐 계층적 Prefix 위임이 이루어 진다.

이렇게 HPD를 사용함으로써 이제 VMN은 Mobile IPv6에서 사용하는 경로 최적화를 통해 MR의 홈 에이전트를 경유하지 않고 VMN 자신의 홈 에이전트인 VMN-HA와 CN에 Binding Update하여 경로 최적화를 이룬다[3].

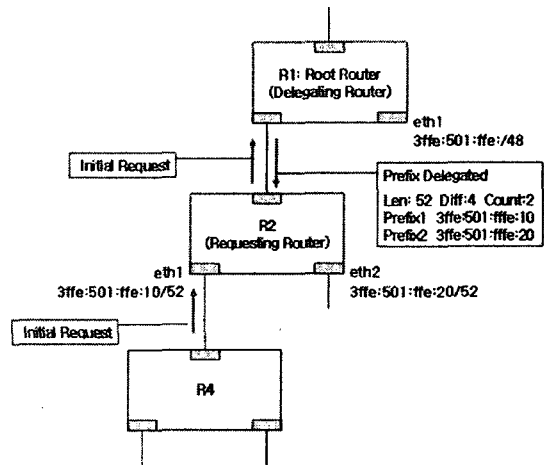


그림 2 계층적 프리픽스 위임 예

한편, 이동 네트워크에서 이동 노드는 신뢰성 및 부하 분산 등을 위해 하나 이상의 이동 네트워크에 접속하는 멀티 홈 기술을 적용할 수도 있다[5][6]. 이러한 멀티 홈 기술을 이용하여 단일 접속으로는 제공하기 어려운 신뢰성 향상, 로드 분산 등을 효율적으로 제공할 수 있다. 멀티호밍은 다중 IP 주소에 의하여 동종 또는 이종 링크에 다중 접속을 실현하는데, 이는 다중 IP Prefix 각각에 대하여 주소를 설정하거나, 다중 인터페이스를 설정함으로써 가능하다[5][6]. 이러한 멀티 홈 기술에서는 이동 노드가 어떤 이동 라우터를 통해 접속하는가 하는 것이 문제가 되는데, 본 논문에서는 AR(Access Router)에서 중첩된 정도가 낮은 이동 라우터를 선택하도록 하였다.

3. 주요 기능 및 개발범위

본 절에서는 HPD에 기반한 중첩 이동 네트워크에서의 멀티호밍을 지원하기 위해서 이동 노드와 이동 라우터, 접속 라우터(Access Router) 및 홈 에이전트에 설계 구현한 내용에 대해 기술한다. Access Router로부터 Prefix를 위임할 때에는 중첩 레벨 값도 함께 광고하는데, 이 값은 이동 라우터를 거치면서 하나씩 증가시켜면서 하위로 광고된다.

a) Access Router

- Prefix 위임
- 중첩 레벨 광고

b) 이동 라우터

- 세션의 지속적 유지
- 상위의 라우터나 AR에게 Prefix 요청
- 중첩 레벨 1 증가후 Prefix 위임 광고

c) 이동 노드

- MipV6 기본 기능
- 멀티 홈을 위한 라우터 등록 기능
- 라우터 선택 기능

d) 홈 에이전트

- 이동 네트워크로 향하는 패킷을 MR로 전달
- Proxy ND 기능
- 중복 CoA가 등록 될 수 있도록 바인딩캐시 항목에 BID(Binding ID)를 추가

여기서 AR을 비롯한 각 구성요소들은 Linux(Kernel ver 2.4.26) 운영체제하에서 Mobile IPv6 Protocol stack을 지원하는 MIPL을 패치한 환경에서 설계 구현하였다.

4. 테스트 결과

본 절에서는 본 논문에서 구현된 시스템의 동작을 시험한 결과를 기술하는데 테스트 환경은 그림 3과 같다. 그림 3에서 MR1a와 MR1b는 HA1을 홈 에이전트로 하는 이동 라우터 들이며, MR2는 HA2를 홈 에이전트로 하는 이동라우터이다. 그림에서 MR2는 AR2 아래로 이동한 상태이며, MR1a는 AR1 아래로 이동하였고, MR1b는 MR2 아래로 이동하여 중첩되어 있는 상태이다. 또한 HA1에 속하던 이동 노드 MN은 MR1a와 MR1b 아래 멀티 홈 상태로 양 쪽 접속이 가능한 형태이다.

AR1 과 AR2의 접근 가능한 링크는 3ffe:5000::/64, 3ffe:4000::/64이다. MR1a의 홈 주소는 3ffe:1000::11/128 이고, MR1b의 홈 주소는 3ffe:1000::22/128이다. 또한 MN의 홈 주소는 3ffe:1000::12/128이고, MR2의 홈 주소는 3ffe:2000::22/128이다.

먼저 MR1a를 보면 MR1a가 AR1의 Prefix 3ffe:5000::/64인 링크로 이동 하였으므로 MR1의 주

소는 3ffe:5000::EUI-64가 될 것이다. 본 논문에서는 Prefix를 위임할 때 자신의 Prefix에 1000을 붙여서 하위 라우터에 위임하였다. 따라서 MR1a는 AR1로부터 Prefix 3ffe:5000::/64에 1000을 붙인 Prefix 3ffe:5000:1000::/64를 위임 받았다. MR1a는 자신의 서브 네트워크에 Prefix 3ffe:5000:1000::/64를 라우터 광고 한다. MN이 MR1a 아래로 이동하면 Prefix 3ffe:5000:1000::/64를 기준으로 CoA를 생성할 것이다. 실제 테스트에서는 MR1a의 홈 링크에서 AR1의 다른 링크로 이동하였을 때의 CoA 값과 중첩 레벨 값을 확인함으로써 정상적으로 동작하고 있다는 것을 테스트하였다.

한편, MR2는 AR2의 Prefix 3ffe:4000::/64인 링크로 이동한 경우에도 MR1a와 유사하게 동작함을 테스트하였다.

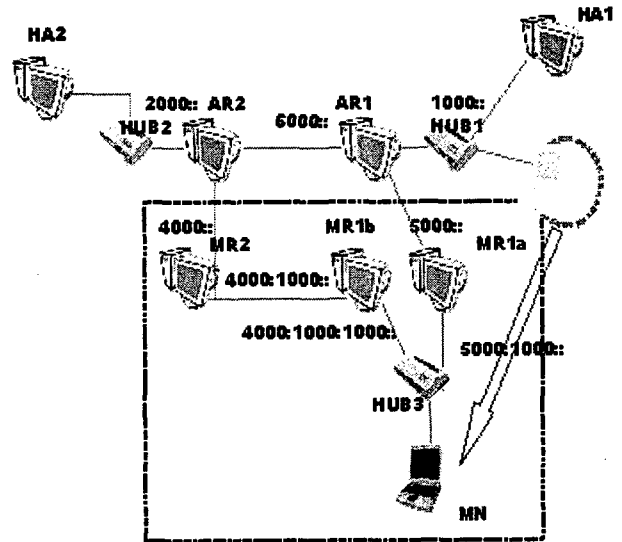


그림 3 테스트 환경

다음으로 이동 라우터 MR1b가 MR2 아래로 이동한 경우에 MR2은 AR2으로부터 위임 받은 Prefix 3ffe:4000:1000::/64을 광고 하고 있을 것이다. MR1b는 MR2으로부터 받은 라우터 광고를 기준으로 3ffe:4000:1000:EUI-64와 같은 CoA를 생성하고 MR2으로부터 Prefix 3ffe:4000:1000::/64에 1000을 붙인 Prefix 3ffe:4000:1000:1000::/64를 위임 받아 MR1b 자신의 서브 네트워크에 광고 할 것이다.

MR1b가 MR2로 이동했을 때 생성된 주소를 확인한 결과 R1b는 MR2가 광고하는 3ffe:4000:1000::/64의 Prefix를 받아서 CoA를 구성하였다. 이것으로 MR1b가 MR2의 아래로 성공적으로 이동하고, 또한

Prefix가 계층적으로 위임 되고 있음을 알 수가 있다. 또한 HA1의 바인딩 캐쉬를 확인한 결과 3ffe:5000:EUI64와 3ffe:4000:1000::EUI64 둘 다 등록 되어있는 것을 볼 수 있다. MR1b가 MR2의 아래로 성공적으로 이동하고, 또한 Prefix가 계층적으로 위임 되고 있음을 다시 한번 확인 할 수 있다. 또한 MR1b가 수신한 중첩 레벨 값을 확인한 결과 MR2로부터 중첩 레벨이 1 증가된 2값을 수신 받는다는 걸 확인 할 수 있다. 이로써 MR1b가 MR2아래로 이동하였을 때 MR2으로부터 Prefix 위임 과정 및 결과, 중첩 레벨 인식 전달을 확인하였다.

중첩된 네트워크로 MN이 이동했을 때 MN은 MR1a으로부터 3ffe:5000:1000::/64의 Prefix를 위임 받을 것이고, MR1b로부터 3ffe:4000:1000:1000:/64의 Prefix를 위임 받을 것이다. MN은 3ffe:5000:1000::EUI64로 구성된 CoA와 3ffe:4000:1000:1000:EUI64로 구성된 CoA를 생성한다. MN은 자신의 홈 에이전트인 HA1 에게 두 개의 CoA를 등록을 할 것이고, 라우팅 테이블에 MR1b와 MR1a를 등록시키고 이후 최근의 광고를 받은 라우터를 디폴트 라우터로 인식한다.

홈 링크에 있을 때 주소가 3ffe:1000::12/128이었던 MN는 중첩된 이동네트워크로 이동했을 때 MR1a로부터 위임 받은 3ffe:5000:1000::EUI64 의 CoA와 MR1b로부터 위임 받은 3ffe:4000:1000:1000:EUI64의 CoA를 구성한다. 이것은 MN이 MR1a와 MR1b아래로 이동하였을 때 MR1a와 MR1b에서 광고 하는 라우터 광고에서 CoA를 생성하는 것을 의미한다. 이것으로 이동이 성공적으로 이루어 졌음을 알 수 있다.

또한, MN의 홈 에이전트인 HA1의 Binding Cache 항목들을 살펴본 결과 같은 홈 주소 3ffe:1000::12를 갖는 항목이 두 개 등록되어 있음을 확인할 수 있었다. 즉 하나는 CoA=3ffe:5000:1000:EUI64, BID=3인 값을 갖는 항목이며, 다른 하나는 CoA=3ffe:4000:1000:1000:EUI64, BID=4인 값을 갖는 항목이다. 이것은 각각의 CoA가 BID와 함께 성공적으로 중복 등록 되었음을 의미한다.

또한 MN의 라우팅 테이블 정보를 살펴본 결과 MR1a의 링크로컬 주소인 fe80:204:75ff:fed9:fe37와 MR1b의 링크로컬 주소인 fe80:201:3ff:fe3f:e917가 동시에 등록이 되어 있으며, 디폴트 라우터는 MR1a로 되어 있는 것을 확인할 수 있었는데, 이것은 중첩

레벨이 MR1b보다 적은 MR1a가 디폴트 라우터로 선택 되었음을 의미한다.

5. 결론

본 논문에서는 HPD에 기반한 중첩 이동 네트워크에서 멀티 홈 기능을 제공하는 시스템을 설계 구현한 결과를 기술하였다. HPD를 적용함으로써 경로 최적화 문제가 해결되도록 하였으며, 멀티 홈을 지원함으로써 이동 노드가 여러 개의 다중 접속을 갖도록 하였다. 또한 이동 노드가 이동 라우터의 중첩 정도가 낮은 경로를 선택하여 보다 안정적인 접속이 이루어지도록 구현하였다. 현재 구현된 멀티 홈 시스템에서는 여러 개의 이동 라우터 중에서 하나만 선택하여 통신하도록 하였지만 두 개 이상을 동시에 사용하도록 개선한다면 네트워크의 트래픽을 분산시킬 수 있는 로드 밸런싱 기능도 가능해져 멀티 홈 기능의 장점을 크게 살릴 수 있을 것이라고 생각된다.

참고문헌

- [1] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu, P. Thubert; "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", RFC3963, January 2005.
- [2] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko; "Mobility Support in IPv6", RFC 3775, June. 2004.
- [3] B. Kim, J.Park, H. Kim, H.Lee, S.Jeong; "Hierarchical Prefix Configuration for IPv6 Network", ETRI Materials, Aug. 2004.
- [4] S.D.Lee, S.J. Jung, M.K. Shin, H.J. Kim; "Technical Analysis for IPv6 Prefix Delegation Mechanism", ETRI Materials, July. 2004.
- [5] Luis Pasteur University; "Multihoming in Nested Mobile Networking", 04. 2004.
- [6] C. Ng, E. Paik, T. Ernst; "Analysis of Multihoming in Network Mobility Support draft-ietf-nemo-multihoming-issues-02", February 21, 2005.