

ATM 망에서 Mobile IP의 이동성 지원을 위한 NHRP의 적용

이성탄*, 조성기*, 변태영*

*경주대학교 컴퓨터전자공학과

e-mail : {sungtan, dambako, tybyun}@kyongku.ac.kr

The application of NHRP to Mobile IP for supporting Mobility over ATM Networks

Sung-Tan Lee*, Sung-Gi Cho*, Tae-Young Byun*

*Dept. of Computer and Electronic Engineering, Kyong-Ju University

요 약

본 논문에서는 기존의 IP 망에서 호스트의 이동성을 지원하기 위한 Mobile IP 개념을 ATM 망에 적용할 경우, Mobile IP 망에서 HA(Home Agent)와 FA(Foreign Agent) 사이에 존재하는 Mobile-IP 터널링(tunneling) 구간을 기존의 LAN 기반의 IP 터널링 구간과 ATM 망에서의 단거리 터널링(short-cut tunneling) 구간으로 구분하여 관리하는 방안을 제안하였다. 특히 ATM 망에서의 short-cut 터널링을 구성하기 위하여 기존의 NHRP 프로토콜을 이용함으로써 대량의 데이터 전송 시 중단간 전송 지연을 줄일 수 있는 장점이 있다. 본 논문에서는 송신노드, 이동노드, HA 및 FA가 이질적인 두 망에 존재하는 경우 적절한 Mobile-IP 터널링 구간을 이룰 수 있음을 보인다.

1. 서론

기존의 인터넷 망이 가지는 best-effort 서비스는 최근의 다양한 서비스 품질을 요구하는 응용 서비스에게 제한적인 서비스만을 제공할 수 있으며, 이를 극복하기 위한 기술로서 ATM 망을 근간으로 한 QoS(Quality of Service) 지원 방안이 지금까지 연구되어져 왔다. ATM 망은 다른 기존의 망이 제공하지 아니한 비교적 우수한 기능들(고속전송, 낮은 전송 에러율, QoS 지원 등)이 있음에도 불구하고 기존의 LAN 기반의 인터넷 프로토콜의 범용성으로 인해 그 기능을 제대로 발휘하지 못하는 것도 사실이다. 특히 두 이질적인 망 사이의 자연스런 연동(internetworking)을 위하여 다양한 해결 방안들이 제안되어져 왔다. 그 대표적인 예로서, IPOA(IP over ATM), LAN-Emulation, MPOA(Multiprotocol over ATM), NHRP(Next-Hop Routing Protocol) 및 최근에 나타난 방안으로 MPLS(Multiprotocol Label Switching) 등을 들 수 있다.

한편으로, 기존의 IP 망에서 임의의 호스트가 자신의 망을 벗어나 다른 망으로 이동할 경우 자신의 고유한 IP 주소를 재사용할 수 없는 단점을 해결하고자 Mobile-IP 개념이 제안되었으며 이에 관한 다양한 연구가 이루어지고 있는 실정이다. Mobile-IP에서는 두 중단간 데이터 전달을 위하여 Router 들 간에 저장 후 전달(store & forward) 기법을 기본으

로 하고 있으며 특히 이동 호스트의 이동성을 지원하기 위하여 HA와 FA 사이의 터널링(tunneling)개념을 도입하고 있다.

본 논문에서는 Mobile-IP에서 제안하고 있는 터널링의 범위가 ATM 망에 적용될 경우 short-cut 경로를 통한 터널링 구간을 설정함으로써 비교적 빠른 데이터 전달을 이룰 수 있는 방안을 제시하였다. 기존의 LAN 기반의 IP 망과 ATM 기반의 IP 망 사이에 송신노드, 수신노드, HA 및 FA가 위치하는 다양한 경우에서 short-cut 터널링의 적용 가능성을 살펴본다.

2 장에서는 Mobile-IP 및 NHRP의 개략적인 개념을 소개하고, 3 장에서 ATM 망에서의 short-cut 터널링을 형성하기 위한 NHRP의 적용 가능성을 살펴보았다. 마지막으로 결론 및 향후 연구방향을 언급하였다.

2. 기존연구

2.1 Mobile IP

Mobile IP에서 MN(mobile node)들의 이동성을 지원하고자 하나의 IP를 가지고 어디서나 인터넷 접속을 가능하나 이 Mobile-IP는 전송 계층의 연결 유지와 IP 계층의 Routing 문

제를 해결하기 위하여 2 개의 IP 주소를 가진다. 즉 자신의 고유 식별 번호로서의 IP 와 MN 이 이동한 지역의 위치를 파악하고자 하는 주소로서 COA(Care-of-Address)를 가진다. 이러한 주소 방식으로 인하여 종단간 데이터 전달 경로가 다른 삼각 라우팅(triangle routing) 현상이 일어나며 sender 근처에 MN 가 위치하더라도 sender 는 데이터 패킷을 HA 를 경유하여 전송하는 문제점이 있다.

MN 는 항상 다른 망으로 이동할 때 마다 자신의 위치정보를 FA 를 통하여 HA 에게 전달함으로써 자신의 위치에 대한 이동 정보를 알려주어야 한다.

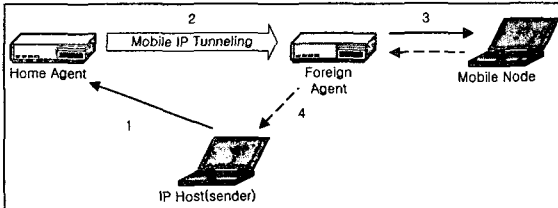


그림 1. Mobile-IP 데이터그램 흐름도(IPv4)

그림 1 은 Mobile-IP 데이터그램의 전달 경로를 나타내었다. Mobile IP 데이터그램의 순서는 아래와 같다.

← IP host 는 MN 에게 보낼 패킷을 IP 라우팅을 통해 MN 의 HA 주소로 전달한다.

★ IP host 로부터 전달된 패킷을 전달하기 위하여 HA 는 목적 노드가 현재 자신의 망 영역 내부에 있는지 확인한다. 만약 존재하지 않으면 현재의 위치를 파악하여 해당 망의 FA 로 Mobile-IP 터널링을 구성한다.

✦ 터널링 구간을 통해 FA 에 도착한 패킷을 해당 MN 에게 전달한다.

‡ 만약 MN 이 IP host 에게 역으로 패킷을 전송할 필요가 있을 경우 FA 를 경유하여 일반적인 IP 라우팅을 통해 바로 전달한다.

위의 삼각 라우팅 문제 즉 IP host 가 HA 를 통하여 FA 에 있는 MN 에게 데이터를 보내고 IP 터널링 되지만 문제는 MN 에서 IP host 로의 데이터 패킷은 HA 를 거치지 않고 FA 를 통하여 바로 전달 된다. 이러한 비효율성을 제거하고자 한 것이 Optimized Path Routing 이다. Optimized Path 를 이용하여 삼각 라우팅 문제를 제거할 수 있다. 그림 2 는 삼각 라우팅 문제를 제거하는 데이터그램의 흐름을 나타내고 있다. 그리고 Optimized Path 의 동작순서는 아래와 같다.

첫째, MN 가 이동된 FA 에 등록하고 둘째, FA 는 HA 에 MN 의 COA 를 등록한다. 셋째, IP host 가 HA 에게 데이터 패킷을 전송하고 넷째, HA 는 MN 의 COA 를 IP host 에게 binding update 시키는 동시에 IP host 로부터 보내온 데이터 패킷을 MN 이 있는 FA 로 터널링 시킨다. 이후 IP host 와 MN 의 패킷의 전송은 IP host 에서 FA 로 전송한다.

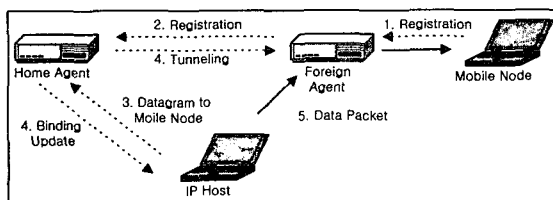


그림 2. Optimized Path 에서의 IP 데이터그램 흐름도(IPv6)

2.2 NHRP

NHRP 는 ATM 망에서 특정 IP(Destination IP)를 가진 호스트의 ATM 주소를 해석하여 해석을 요구한 클라이언트에게 주소해석 결과를 돌려주는 프로토콜이다. 이것은 기존의 단일 LIS 내부에서 주소해석을 담당하는 ATMARP 의 확장으로 LIS 간에 주소해석범위를 넓인 것이며 RFC 1577 과 RFC 2225 에서 상세히 기술되어 있다. 그림 3 에서 호를 설정하고자 하는 Node(X.1)는 IP Address = X.1 이고 ATM Address = AAA 이다. 연결하고자 하는 Node(Z.3)은 IP Address = Z.3 이고 ATM Address = BBB 이다. Node X.1 은 Node Z.3 과 연결 설정을 하기 위해 Z.3 의 ATM Address 가 필요하다. 현재 Node Z.3 의 IP Address 는 알고 있지만 ATM Address 는 모르므로 Node Z.3 의 ATM Address 알고자 X.1 은 NHS X 에게 주소 변환 요구 메시지(Resolution Request)를 보낸다. 이러한 주소 변환 요구 메시지를 받은 NHS X 는 자신에게 Destination IP 주소를 가지고 있는지를 자신의 캐시 테이블에서 확인한다. 만약 없다면 이웃 NHS 인 NHS Y 로 주소 변환 요구 메시지를 보낸다. 여기에서 Node Z.3 IP address 를 찾았다면 적절한 주소 변환 작업을 하고 주소 해석 결과인 BBB 를 응답 메시지에 담아 응답한다. 이후 최초 주소 해석을 요구한 클라이언트는 응답 메시지에 담긴 ATM 주소를 이용하여 X.1 과 Z.3 사이의 ATM 연결을 설정하고 데이터 전송을 개시한다.

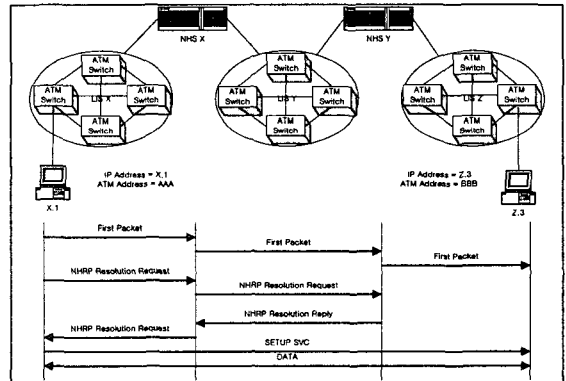


그림 3. NHRP 의 동작원리

본 논문에서는 NHRP 를 이용한 short-cut 터널링 방안을 제시한다. Short-cut 터널링 방안은 ATM 망 내부에서 MN 의 이동성을 효과적으로 지원하기 위해 사용된다. Mobile IP 의 IP 터널링을 ATM 망에서 NHRP 를 이용한 주소해석으로 short-cut 터널링한다.

3. Mobile IP 의 이동성 지원을 위한 NHRP 의 적용

3.1 Mobile IP 터널링에서 NHRP 의 적용

Mobile-IP 의 터널링 개념은 그림 1 과 같다. 즉, HA 는 MN 로부터 현재의 FA 주소인 COA(Care-Of Address)를 등록하여 둔다. HA 는 IP Host 로부터 MN 으로 전달될 패킷을 받아 이미 등록된 FA 의 주소인 COA 로 터널링 시킨다.

본 논문에서 제안하는 short-cut 터널링의 개념은 그림 4 에서 그림으로 정리하였다. ATM 망 내부에 존재하는 HA 와 FA 사이의 short-cut 터널링 구간 내에서의 데이터 전달은 기존의 IP 라우팅을 사용하지 않고, ATM SVC 연결 설정을 통

하여 이루어진다. 따라서 HA에서 FA로의 SVC 연결을 이루기 위하여 HA는 COA 주소로 가지는 FA의 ATM 주소를 필요로 하며, 이 ATM 주소 정보를 획득하기 위하여 기존의 NHRP를 이용할 수 있다. 현재 NHRP에 관한 몇 가지 변형된 방안이 제안[1]되었으며 이러한 방안들을 그대로 활용할 수 있다.

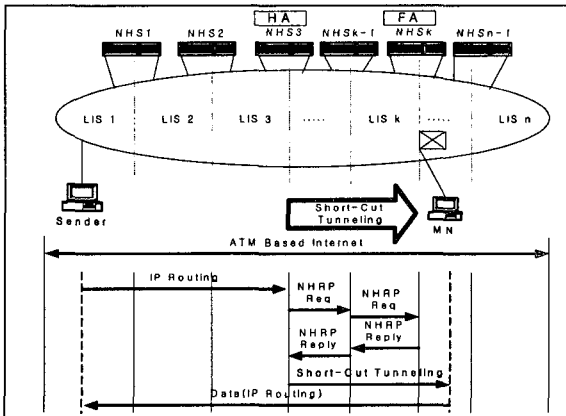


그림 4. Short-cut tunneling

그림 4은 sender, MN, HA, FA가 모두 ATM 망 내부에 있는 것을 전제로 작성하였으며 표 1의 시나리오 4에 해당하는 경우이며, 실제로는 이러한 구성 방법들이 기존의 LAN 기반의 IP 망과 ATM 기반의 IP 망 사이에 다양하게 존재할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 sender, HA 및 MN(FA)가 두 이질적인 망에 존재할 수 있는 여러 경우의 수로서 8가지가 존재하며 이 중 표 1과 같은 4가지 경우에 HA와 FA 사이의 short-cut 터널링을 효과적으로 활용할 수 있다.

표 1. Short-cut 터널링이 사용이 가능한 경우

시나리오 No.	HA 위치	Sender 위치	FA 위치	MN 위치
1	LAN	LAN	ATM	ATM
2	LAN	ATM	ATM	ATM
3	ATM	LAN	ATM	ATM
4	ATM	ATM	ATM	ATM

시나리오 1, 2의 경우에는 HA와 FA 사이의 Mobil-IP은 두 가지 터널링 요소로 구성이 된다. 첫째, HA와 ATM-edge router 사이의 기존의 IP 터널링. 둘째, ATM-edge router와 FA 사이의 short-cut 터널링으로 구성이 된다. 두 터널링은 두 망간의 경계에 존재하는 ATM-edge router가 COA 주소하여 IP 터널링해 온 IP in IP encapsulation과 COA 주소를 기반으로 NHRP의 주소 해석 동작을 수행을 통하여 획득한 ATM 주소를 가지고 FA와의 SVC 연결설정으로 IP 패킷을 전달한다. 일반적으로 HA나 FA는 망에 연결된 router 또는 ATM-router의 추가적인 모듈로서 탑재되므로, FA가 탑재된 ATM-router는 short-cut 터널링을 통해 전달된 패킷을 MN에게 쉽게 전달할 수 있다.

시나리오 3의 경우는 이전에 기술한 시나리오 4와 동일한 short-cut 터널링 설정 동작을 갖는다.

그림 5는 시나리오 1과 시나리오 2의 경우를 자세히 보여주고 있다.

➤ Sender는 MN 목적지 IP 주소로 IP 라우팅을 이용하여

HA에 도달한다.

➤ HA는 FA의 주소인 COA를 목적으로 하여 IP 터널링을 구성하고, LAN과 ATM의 경계에 존재하는 ATM-edge router에 도착한다.

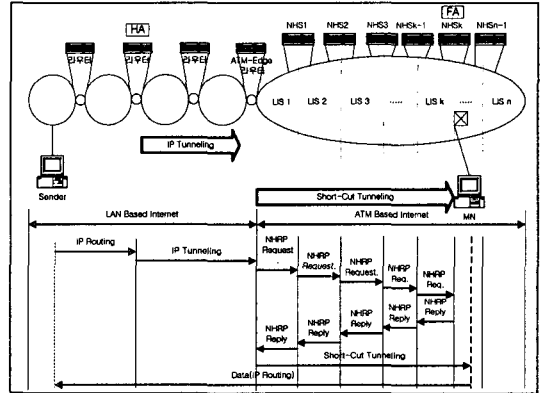


그림 5. Sender와 HA가 LAN 망에 있고 FA가 ATM 망에 있을 때

➤ 두 망의 경계에 있는 ATM-edge router는 COA의 IP 주소를 이용하여 FA의 실제 ATM 주소로 사상시키고자 여러 LIS 사이에 있는 NHS에게 NHRP-Request 메시지를 보내어 FA의 ATM 주소를 요청한다(NHS는 최신의 정보로 갱신되어 있다는 것을 가정한다).

➤ NHS가 FA의 ATM 주소를 해석하였다면 해석 결과를 NHRP-Reply 메시지에 담아 NHRP-Request 메시지의 전달 경로의 역방향으로 전달한다. 이 때 역방향 경로에 존재하는 각 NHS는 자신의 캐쉬테이블을 갱신한다.

➤ ATM-edge router는 주소 해석 결과인 FA의 ATM 주소를 이용하여 FA로 직접 ATM SVC 연결을 설정하고(short-cut 터널링), 이 연결을 통하여 IP 패킷을 FA에게 전달한다.

➤ FA에 도달한 IP 패킷은 최종 목적지인 MN에 전달된다.

시나리오 2는 sender가 ATM 망에 있을 경우이므로 ATM 망 내에서도 HA를 찾기 위해 일반적인 IP 라우팅을 이용하여 HA에 도착한다. 이후에 일어나는 동작은 시나리오 1과 같다.

시나리오 3은 sender는 LAN 망에 있고 HA와 FA는 ATM 망 내에 있을 경우이다. 이 경우는 sender가 보낸 패킷은 일반적인 IP 라우팅을 이용하여 HA에 도착하며, HA가 ATM 망 내에 있으므로 바로 NHRP를 이용하여 FA로의 short-cut 터널링을 구성할 수 있다.

3.2 Optimized Path 방식에서의 NHRP 적용

Optimized Path 방식에서 NHRP의 적용 방법은 HA의 위치는 ATM이거나 LAN 망 어떤 망이라도 상관없다. 그러나 FA의 위치는 ATM 망에 있다고 보아야 한다. 즉 HA는 binding update 정보를 sender로 보내고 binding update를 받은 sender는 MN가 속해있는 FA로 IP 터널링과 short-cut 터널링을 통해서 데이터 패킷을 전송한다. 이들의 경우의 수를 표 2에 나타내고 있다.

Short-cut 터널링을 효과적으로 이용할 수 없는 경우는 시나리오 1과 3이다.

시나리오 1의 경우 기존의 IP 터널링을 이용하면 되고 3번째의 경우 ATM-edge route 구별의 어려움이 있다.

반면에 시나리오 2 와 4 를 통해서 short-cut 터널링이 적용 가능하다. 이 두 가지를 보면 FA 의 위치가 ATM 망으로 되어있다. 이는 NHRP 를 이용하여 short-cut 터널링 하고자 하는 본 논문의 취지에 일치한다.

표 2. Optimize Path 를 통한 short-cut 터널링 적용 경우

시나리오 NO	Sender 위치	FA 위치	비고
1	LAN	LAN	IP 터널링
2	LAN	ATM	IP 터널링 + short-cut 터널링
3	ATM	LAN	적용 어려움 (ATM-edge router 구별 어려움)
4	ATM	ATM	short-cut 터널링

그림 6 의 시나리오 2 를 보면 FA 는 ATM 망에 HA 는 LAN 망에 있는 경우이다. Sender 는 MN 의 IP 주소를 목적지로 하여 데이터 패킷을 HA 로 보낸다. 그러나 MN 는 HA 에서 이동한 후이고 HA 에는 MN 의 COA 가 등록되어 있다. HA 에서 sender 에게 MN 의 COA 를 전달한다(binding update). Sender 는 binding 정보를 가지고 IP 터널링을 통해 ATM-edge router 로 가서 NHRP 로 MN 의 주소를 해석을 요구한다(NHRP-Request). 찾아진 MN 을 응답메시지로 보낸다(NHRP-reply). 이를 통해 short-cut 터널링으로 MN 으로 데이터 패킷을 전달한다. Sender 에서 HA 를 거치지 않고 FA 로 두 가지 터널링 IP 터널링과 short-cut 터널링을 통해 이동하게 된다.

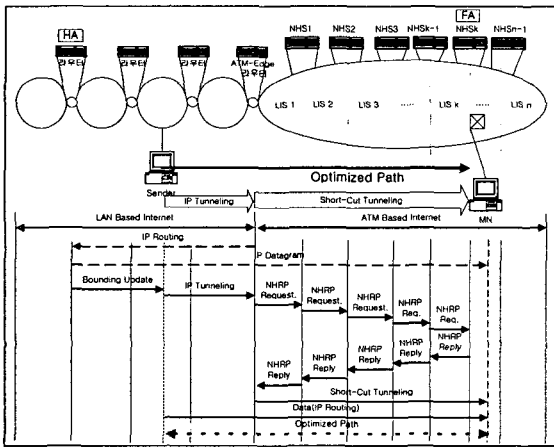


그림 6. 시나리오 2

그림 7 의 시나리오 4 는 ATM 망 내에 sender 와 MN 이 존재하는 경우이다. 초기에 sender 에서 HA 로 이동하는 데이터그램은 시나리오 2 와 마찬가지로이지만 ATM 망 내에 있기에 IP 터널링 하지 않고 바로 sender 는 NHRP-Request 보내고 그 응답 메시지인 NHRP-Reply 를 통해서 short-cut 터널링을 한다.

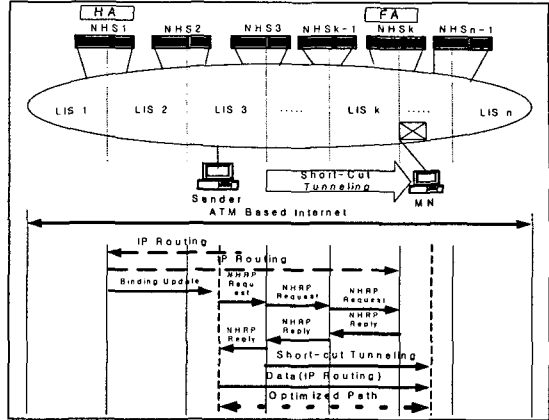


그림 7. 시나리오 4

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 mobile-IP 의 HA 와 FA 사이의 터널링 구간 중 일부가 ATM 망 내부에 존재할 경우 ATM-edge router 와 FA 사이의 일부 구간을 NHRP 를 이용하여 ATM SVC 연결에 의한 short-cut 터널링을 설정하는 방안을 살펴보았다. 기존의 ATM 망 내부에서 LIS 사이의 라우터에 의한 저장 후 전달(store and forward)로 인한 라우팅 오버헤드를 고려해볼 때 제안한 방안은 ATM-edge router 와 FA 사이의 데이터 전달 지연을 줄일 수 있는 가능성을 가진다.

향후 연구로서 제안한 ATM short-cut 터널링과 optimized path 에 의한 방안과 기존의 LIS 사이의 IP 터널링에 의한 방안 사이의 성능의 차이를 구하기 위해 수학적 분석 및 시뮬레이션을 통한 성능 평가를 하고자 한다.

5. 참고문헌

- [1] 문영성, 김영옥, 김용진, "무선 ATM 망에서 IP 서비스의 이동성 지원 기법" 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집, 1998
- [2] 무선인터넷백서 편찬위원회, "무선인터넷백서 2001", 소프트뱅크미디어, 2000
- [3] C. Perkins etc., "IP Mobility Support", RFC 2002, Oct. 1996.
- [4] C. Perkins, Mobile IP: Design Principles and Practice, Addison-Wesley Longman, Reading, Mass., 1998.
- [5] C. Perkins, "Mobile IP," IEEE Communication Magazine", Vol. 35, No. 5, pp. 84-99, 1997
- [6] James D. Solomon, "Mobile IP : The Internet Unplugged", Prentice Hall, 1998
- [7] J. Luciani, D. Katz etc., "NBMA Next Hop Resolution Protocol(NHRP)", RFC 2332, Apr. 1998
- [8] M. Laubach J. Halpern "Classical IP and ARP over ATM" RFC 1557, Jan. 1994
- [9] Norman Finn, Tony Mason, "ATM LAN Emulation", IEEE Communications Magazine, pp. 96-100, June 1996