

# ATM 망에서 NHRP 를 이용한 Mobile IP 이동성 지원 방안의 성능평가

이성탄 변태영<sup>0</sup>  
경주대학교 컴퓨터전자공학과  
(tybyun,sungtan)@kyongju.ac.kr

## Performance Evaluation of Mobile IP Using NHRP for Supporting Mobility over ATM Networks

Sung-Tan Lee Tae-Young Byun<sup>0</sup>  
Dept. of Computer and Electronic Engineering,  
Kyongju University

### 요 약

본 논문에서는 기존의 IP 망에서 호스트의 이동성을 지원하기 위한 Mobile IP 개념을 ATM 망에 적용할 경우, Mobile IP 망에서 Home Agent 와 Foreign Agent 사이에 존재하는 Mobile-IP 터널링 구간을 기존의 LAN 기반의 IP 터널링 구간과 ATM 망에서의 단거리 터널링(short-cut tunneling) 구간으로 구분하여 관리하는 방안을 제안하였다. Short-cut 터널링을 설정하기 위하여 NHRP 를 이용하였으며 Short-cut 터널링을 이용함으로써 HA 와 FA 사이에 데이터 전달 지연을 기존의 IP 터널링에서의 데이터 전달 지연보다 줄일 수 있음을 시뮬레이션을 통해 확인하였다.

### 1. 서론

기존의 IP 망에서 임의의 호스트가 자신의 망을 벗어나 다른 망으로 이동할 경우 자신의 고유한 IP 주소를 사용할 수 없는 단점을 해결하고자 Mobile-IP 개념이 제안되었으며 많은 연구가 이루어지고 있는 실정이다. Mobile-IP 에서는 두 종단간 데이터 전달을 위하여 Router 들 사이의 저장 후 전달(store & forward) 기법을 기본으로 하고 있으며 특히 이동 호스트의 이동성을 지원하기 위하여 HA 와 FA 사이의 터널링(tunneling)개념을 도입하고 있다.

본 논문에서는 Mobile-IP 에서 제안하고 있는 터널링의 범위가 ATM 망에 적용될 경우 ATM 망 내부에서 short-cut 경로를 통한 터널링 구간을 설정함으로써 비교적 빠른 데이터 전달을 이룰 수 있는 방안을 제시하였다. 특히 ATM 망 내에서의 short-cut 터널링을 형성하기 위해서 MN 가 속한 FA 의 ATM 주소를 해석하는 NHRP 를 이용하는 방법을 기술한다. 이를 위해 기존의 LAN 기반의 IP 망과 ATM 기반의 IP 망 사이에 송신노드, 수신노드, HA 및 FA 가 위치하는 다양한 경우에 따라 short-cut 터널링의 적용 가능성을 살펴본 후 종단간 전달 지연을 상호 비교한다.

2 장에서는 ATM 망에서의 short-cut 터널링을 형성하기 위한 NHRP 의 적용 방법을 기술하였다. 3 장에서는 본 논문에서 제안한 short-cut 터널링 방안에서의 데이터 전달 지연과 기존의 IP 터널링을 통한 데이터 전달 지연을 수학적으로 분석 및 비교하였고 4 장에서는 시뮬레이션을 통하여 본 논문에서 제안한 short-cut 터널링 방안이 기존의 IP-터널링 방안보다 종단간 전달 지연면에서 우수함을 보인다. 마지막으로 결론 및 향후 연구방향을 언급하였다.

### 2. Mobile IP 의 이동성 지원을 위한 NHRP 의 적용

#### 2.1 Mobile IP 터널링에서 NHRP 의 적용

Mobile-IP 의 터널링 개념은 그림 1 에서 이미 묘사되었다. 다시 말하면, 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 1 에 나타나있다. 그림 1 에서 ATM 망 내부에 존재하는 HA 와 FA 사이의 short-cut 터널링 구간 내에서의 데이터 전달은 기존의 IP 라우팅에 의하지 않고, ATM SVC 연결 설정을 통하여 이루어진다. 따라서 HA 에서 FA 로의 SVC 연결을 이루기 위하여 HA 는 COA 주소를 가지는 FA 의 ATM 주소를 필요로 하며, 이 ATM 주소 정보를 획득하기 위하여 기존의 NHRP 를 이용할 수 있다. 현재 NHRP 에 관한 몇 가지 변형된 방안이 제안[1]되었으며 이러한 방안들을 그대로 활용할 수 있다.

그림 1 은 sender, MN, HA, FA 가 모두 ATM 망 내부에 있는 것을 전제로 기술하였으며 표 1 의 시나리오 4 에 해당하는 경우이다. 하지만, 실제로는 이러한 구성 요소들이 기존의 LAN 기반의 IP 망과 ATM 기반의 IP 망 사이에 다양하게 존재할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 sender, HA, MN 및 FA 가 두 이질적인 망에 존재할 수 있는 조합의 수로서 8 가지가 존재하며 HA 와 FA 사이의 short-cut 터널링을 효과적으로 활용할 수 4 가지 경우만을 표 1 에 나타내었다.

표 1. Short-cut 터널링 적용이 가능한 경우

시나리오	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

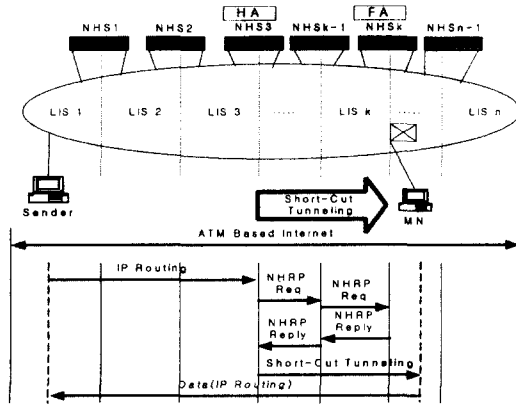


그림 1. Short-cut 터널링의 개념(시나리오 4)

시나리오 1, 2의 경우에는 HA와 FA 사이의 Mobile IP 터널링은 두 가지 터널링 요소로 구성이 된다. 즉, HA와 ATM-edge router 사이의 기존의 IP 터널링과 ATM-edge router와 FA 사이의 short-cut 터널링으로 구성이 된다. 따라서 두 망의 경계에 존재하는 ATM-edge router는 이전의 IP 터널링에서 사용된 IP를 IP encapsulation에서 사용된 COA의 주소를 기반으로 NHRP의 주소 해석 동작을 구동하여야 하며 획득한 ATM 주소를 이용하여 FA와의 SVC 연결설정을 통하여 IP 패킷을 전달하여야 한다. 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 그림 1과 동일한 short-cut 터널링 설정 동작을 갖는다.

그림 2는 시나리오 1과 시나리오 2의 경우를 자세히 묘사하고 있다. 특히 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 3에서 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.

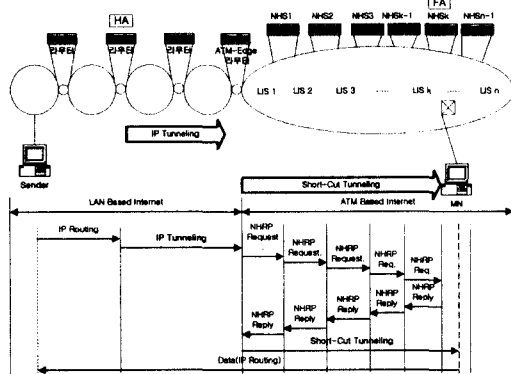


그림 2. Sender와 HA가 LAN 망에 있고 FA가 ATM 망에 있을 때

### 2.2 Optimized Path 방식에서의 NHRP 적용

최적화된 경로 방식에서 HA는 binding 정보를 sender로 보내고 sender는 MN가 속해있는 FA로 Mobile IP 터널링을 통해서 데이터 패킷을 전송한다. 이를 표 2로 나타내었다.

Short-cut 터널링을 효과적으로 이용할 수 있는 경우는 시나리오 2과 4이다. 시나리오 1의 경우 기존의 IP 터널링을 이용하기 때문에 short-cut 터널링 개념을 적용할 수 없으며 시나리오 3의 경우에는 Sender가 FA로 가기 위한 적절한 ATM-edge router를 구별하기 어려운 점이 있다.

표 2. Optimize Path Routing을 통한 short-cut 터널링 적용

시나리오	Sender	FA	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 3은 표 2의 시나리오 2의 경우를 묘사하고 있으며 FA는 ATM 망에 있고 HA는 LAN 망에 존재하는 경우이다. Sender는 MN의 IP 주소를 목적으로 하여 데이터 패킷을 HA로 보낸다. 그러나 MN는 HA에서 이동한 후이고 HA에는 MN의 COA가 등록되어 있다. HA에서는 sender에게 MN의 COA를 전달한다(Binding Update). Sender는 binding 정보를 가지고 IP 터널링을 통해 ATM-edge router로 가서 NHRP를 이용하여 FA의 주소 해석을 요구한다(NHRP-Request). 주소 해석을 담당할 적절한 NHS가 FA의 ATM 주소를 응답메시지에 담아 ATM-edge router로 보낸다(NHRP-reply). 이러한 short-cut 터널링 경로를 통해 FA에게 데이터 패킷을 전달한다. Sender에서 FA로 도달하는 Optimized Path는 이와 같은 IP 터널링과 Short-cut 터널링의 결합을 통해 이루어진다.

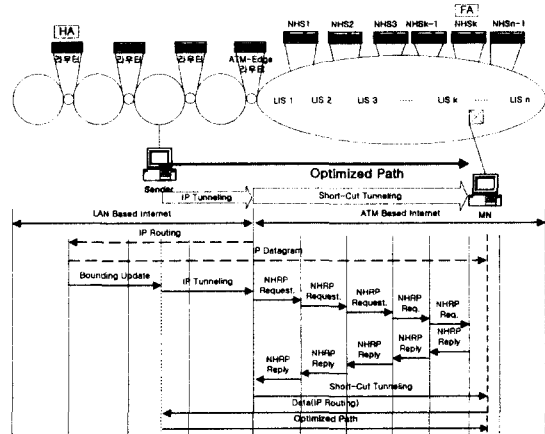


그림 3. 시나리오 2(표 2)에서의 터널링 구성

그림 4는 표 2의 시나리오 4를 묘사하고 있으며 ATM 망 내에 sender와 MN이 존재하는 경우이다. 초기의 sender에서 HA로 이동하는 것은 시나리오 2와 마찬가지로이지만 ATM 망 내에 있기에 IP 터널링 되지 않고 바로 sender는 NHRP-Request를 보내고 그 응답 메시지인 NHRP-Reply를 통해서 short-cut 터널링을 한다.

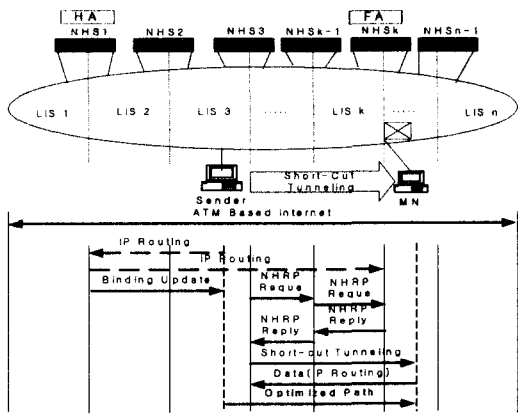


그림 4. 시나리오 4(표 2)에서의 터널링 구성

3. 시물레이션

성능평가를 위하여 구성된 망 모델 및 주요 시물레이션 환경은 표 3에 나타나있다. 그림 2와 그림 4의 두 가지 망 모델을 구성한 후 각 망 모델에 대하여 다음의 각 터널링 방안을 적용하였을 경우 sender와 MN 사이의 데이터 전달 지연을 측정하였다.

- (i) IP 터널링
- (ii) Short-cut 터널링(NHRP 동작 포함)
- (iii) Short-cut 터널링(NHRP 동작 제외)

(i)은 Mobile IP에서의 일반적인 IP 터널링이며 각 router들 사이의 store-and-forward 전달 동작에 기반하고 있다. (ii)와 (iii)은 본 논문에서 제안한 short-cut 터널링의 개념을 적용하고 있다. 특히 (ii)는 HA, ATM edge-router 혹은 sender가 NHRP에 의한 FA의 주소해석을 요청할 경우에 발생하는 NHRP 주소해석 시간을 포함한 것이며, 첫번째 데이터 패킷을 전송할 경우 발생한다. 반면에 (iii)은 NHRP에 의한 주소해석이 완료된 후 나머지 데이터 패킷들을 전송할 경우 HA 또는 sender로부터 FA로의 short-cut 터널링을 이용할 경우이다.

표 3. 시물레이션 환경

구성요소	파라미터	
망 모델	ATM 망 및 Ethernet 망	
LIS 개수	3	
NHS 개수	3	
ATM LIS 내의 최단거리 경로상의 스위치 개수	10	
Link 속성	ATM LIS 내 최단거리 경로상의 link 수	11
	ATM LIS 내의 link 수	19
	ATM Link bandwidth	155 Mbps
	Ethernet link bandwidth	100 Mbps
메시지 속성	setup	53byte
	confirm	53byte
	NHRP 제어메시지	Exp(1000) byte
Traffic 생성 노드	NHRP 메시지 발생빈도	Poisson(5.0) sec
	생성 data 길이	Exp(1000000) byte
	data 생성 빈도	Poisson(1.0) sec.
	Packetization time	Poisson(10) ms

시물레이션 결과는 그림 5와 그림 6에 나타내었다.

그림 5는 LAN 망과 ATM 망이 상호 연결된 복합망에서 HA와 sender는 LAN에 있고 FA 및 MN는 ATM 망에 있는 경우에 각 터널링 방안별로 sender와 MN 사이의 데이터 전달 지연을 나타내고 있다. 또한 그림 6은 HA,

sender, FA 및 MN가 모두 ATM 망에 위치한 망 모델에서 각 터널링 방안별로 sender와 MN 사이의 데이터 전달 지연을 나타내고 있다. 전반적으로 그림 6이 그림 5보다 나은 데이터 전달 지연특성을 보이고 있는데 이것은 LAN 망들 사이의 Router에 의한 처리 지연이 포함되지 않았기 때문이다. 또한 각 그림에서 NHRP 동작을 포함한 short-cut 터널링은 기존의 IP 터널링보다 더욱 큰 전달지연을 가지는데 이것은 첫번째 데이터 패킷에만 해당되며 나머지 대량의 데이터 패킷에 대하여서는 NHRP 동작을 포함하지 않는 순수한 short-cut 터널링이 적용되므로 전반적인 데이터 전달 지연특성은 IP 터널링보다 우수함을 알 수 있다.

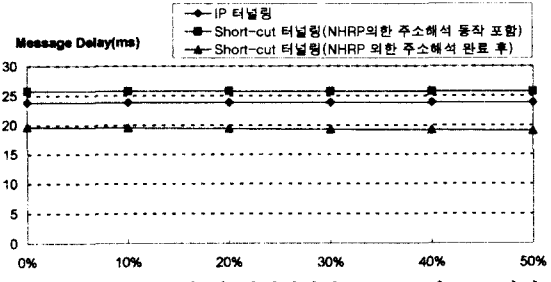


그림 5. 그림 2의 망 환경에서의 sender와 MN 사이의 데이터 전달 지연

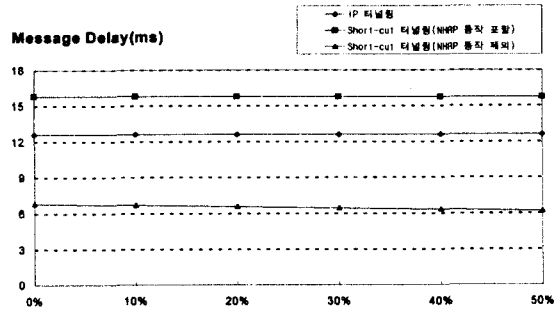


그림 6. 그림 4의 망 환경에서의 sender와 MN 사이의 데이터 전달 지연

4. 결론

본 논문에서는 mobile-IP의 HA와 FA 사이의 터널링 구간 중 일부가 ATM 망 내부에 존재할 경우 ATM-edge router와 FA 사이의 일부 구간을 NHRP를 이용하여 ATM SVC 연결에 의한 short-cut 터널링을 설정하는 방안을 살펴보았다. 기존의 ATM 망 내부에서 LIS 사이의 라우팅에 의한 저장 후 전달(store and forward)로 인한 라우팅 오버헤드를 고려해 볼 때 short-cut 터널링에 의한 데이터 전달 지연은 기존의 IP 터널링에 의한 데이터 전달지연보다 낮음을 알 수 있다.

참고문헌

- [1] C. Perkins, Mobile IP: Design Principles and Practice, Addison-Wesley Longman, Reading, Mass., 1998.
- [2] 문영성, 김영록, 김용진, "무선 ATM 망에서 IP 서비스의 이동성 지원 기법" 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집, 1998
- [3] 이성탄, 조성기, 변태영 "ATM 망에서 Mobile IP의 이동성 지원을 위한 NHRP의 적용", 한국정보처리학회 춘계 학술발표대회, vol. 8, No. 1, 2001
- [4] C. Perkins, "Mobile IP," IEEE Communication Magazine, Vol. 35, No. 5, pp. 84-99, 1997
- [5] James D. Solomon, "Mobile IP: The Internet Unplugged", Prentice Hall, 1998