

ATM망에서 Short-cut 경로를 이용한 개선된 NHRP의 설계

조성기*, 이성탄*, 변태영*
*경주대학교 컴퓨터전자공학과

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

Design of Improved NHRP Using Short-cut Path over ATM Network

Sung-Gi Cho*, Sung-Tan Lee*, Tae-Young Byun*
*Dept. of Computer and Electronic Engineering,
Kyongju University

요약

본 논문에서는 다수의 LIS(Logical IP Subnetwork)들로 구성된 ATM 망에서 특정 IP를 가진 ATM 호스트의 ATM 주소를 해석하는 NHRP의 주소 해석 지연 시간을 줄이고자, ATM망의 PNNI 라우팅에 의한 short-cut 경로를 이용한 개선된 NHRP를 제안하였다. 제안한 방안에서는 NHRP Reply 메시지를 전달할 경우 기존의 NHRP Resolution Request 메시지가 전달된 경로와는 별도로 PNNI 라우팅 경로를 이용함으로써 주소 해석을 요구한 호스트에게 빠른 응답 메시지를 전달할 수 있다. 또한 기존의 경로를 통한 응답 메시지의 손실이 발생할 경우, 새로운 경로를 통하여 응답 메시지를 주소 해석을 요구한 호스트에게 전달할 수 있으므로 향상된 신뢰성을 제공한다.

1. 서론

ATM망에서 기존 망과의 연동(interworking)을 통한 IP 서비스를 제공하기 위하여 다양한 연구가 진행되어져 왔으며 그 대표적인 기술로서 Classical IP over ATM, MPOA(Multiprotocol Over ATM) 및 MPLS(Multiprotocol Label Switching) 등은 이미 상용화 단계에 있다. 특히 NHRP(Next Hop Routing Protocol)는 IPOA에서의 ATMARP의 확장으로서 다수의 LIS 사이에서 주소 해석을 담당하므로 비교적 넓은 ATM 망 범위에서 효과적인 데이터 전송을 지원한다고 볼 수 있다. LIS의 개수가 많아 질수록 주소해석에 따른 지연시간은 비례하여 커질 것으로 예상되므로 가능한 한 이를 줄이는 것이 필요하다.

본 논문에서는 이러한 기존의 NHRP의 동작을 보완하여 주소 해석 시간을 줄이고, 주소 해석 정보의 손실이 발생할 경우 주소 해석의 신뢰성을 높일 수 있는 개선된 NHRP 방안을 제안하였다. 기존의 NHRP에서의 요구 메시지와 응답 메시지가 NHS들 사이의 동일한 경로를 통하여 전달되지만, 제안된 방안에서는 응답 메시지의 전달 경로를 기존의 경로와 더불어 주소해석을 담당한 NHS에서 NHC로 직접 ATM 연결을 통하여 전달함으로써 NHS들의 평

균적인 캐취테이블 갱신시점을 줄일 수 있다.

본 논문의 구성을 살펴보면, 2장에서는 기존의 NHRP의 동작을 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안한 변형된 NHRP 방안의 동작을 기술하였다. 4장에서는 제안한 NHRP 방안이 기존 방안과 비교하여 나은 점을 기술하였고 마지막으로 결론 및 향후 연구를 언급하였다.

2. 기존의 NHRP 구성과 동작

NHRP는 서비스를 제공하는 Next Hop Server (NHS)와 서비스를 요청하는 Next Hop Resolution Protocol Client(NHC)로 이루어져 있으며, 이들 사이에 주고받는 제어 메시지는 RFC 2332에서 잘 나타나있다. 주요 프로토콜 메시지인 NHRP-Request 메시지와 NHRP-Reply 메시지를 이용하여 주소 해석 정보를 주고 받는다.

그림 1은 다수의 LIS로 구성된 ATM 망에서 기존의 NHRP의 동작을 보여 주고 있다. NHC는 NHS에게 NHRP-Request 메시지 내에 목적지의 IP 주소를 담아 주소 해석을 요청하며, 주소 정보를 가지고 있는 NHS는 해당 IP를 가진 ATM 호스트의 ATM 주소를 NHRP-Reply 메시지에 담아 NHRP-Request 메시지가 전달된 경로의 역순으로

전달한다. NHC는 목적지의 ATM 주소를 이용하여 목적 host와 1:1 SVC setup을 설정한 후 데이터 전송을 개시한다. 그림 2는 NHRP를 담당하는 구성 요소들 사이의 시간적 관점에서 일련의 동작 과정을 보여 주고 있다.

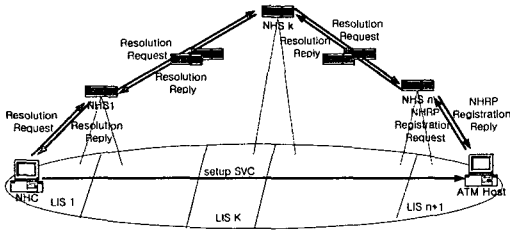


그림 1. 기존의 NHRP의 구성과 동작

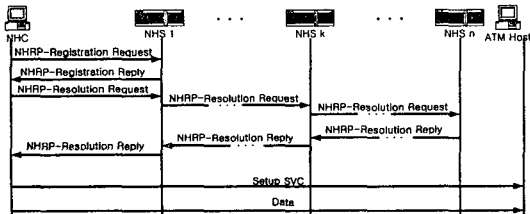


그림 2. NHRP에서 등록과 주소변환

NHRP에서 NHS는 항상 최신 정보를 가지고 있어야 하며, NHC는 이 정보를 기반으로 Short-cut SVC를 설정할 수 있다. 기존의 방법에서 NHS가 주소 변환 정보를 보내기 위해 역 방향의 NHS를 경유하여 정보를 보내왔다. 그림으로써 역 방향 경로 상에 존재하는 NHS들은 주소 해석 정보를 자신의 캐쉬 테이블에 추가함으로써 새로운 정보를 유지할 수 있다. 그러나 이 방식은 주소 해석 결과가 요구한 Host에게 전달되는데 비교적 긴 지연시간이 소요되며, 역 방향 진행 중 망의 변화에 메시지가 손실될 경우 올바른 주소 해석 정보를 전달할 수 없는 단점이 존재한다[1][2].

3. 제안한 NHRP 동작

본 논문에서 제안한 기법에서는 NHRP-Request 메시지에 NHS의 ATM 주소를 포함 시켜 모든 NHS는 NHC의 주소를 알 수 있으며, NHS는 이를 참조하여 NHC에게 주소 해석 정보를 보낼 수 있다.

그림 3에서 NHC는 목적지 ATM host의 주소를 알기 위해 자신이 속해 있는 영역의 NHS₁에게 NHRP-Request 메시지를 보내 목적지의 주소 해석을 요구한다. NHS₁에서는 자신의 테이블을 참조하여, NHC에서 요구한 주소해석 정보가 없으면, 다음의 NHS들에게 차례대로 NHRP-Request 메시지를 전달한다. 이때의 NHRP-Request 메시지에는 NHC

의 ATM주소를 가지고 있어야 한다, 목적 host의 주소 정보를 가지고 있는 NHS_n은 이 정보를 이용하여 역 방향의 NHS와 함께 NHC에게 short-cut으로 NHRP-Reply_{forward} 메시지를 전달한다. NHRP-Reply_{forward} 메시지를 전달받은 NHS는 목적 host로 연결 설정과 함께 NHS에게 NHRP-Reply_{backward} 메시지를 전송한다. 여기서 NHRP-Reply_{forward}는 NHS로부터 NHC 방향으로 전달되는 NHRP-Reply 메시지를 말하며, NHRP-Reply_{backward}는 NHC로부터 NHS 방향으로 전달되는 NHRP-Reply 메시지를 말한다. 그림 4에서는 이러한 동작들을 보여 주고 있다.

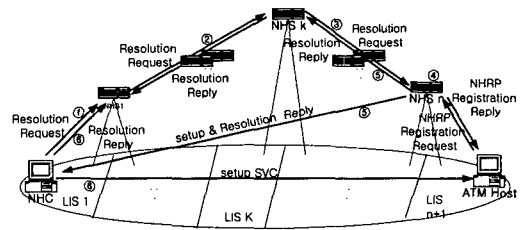


그림 3. 새로운 기법 내에서 동작

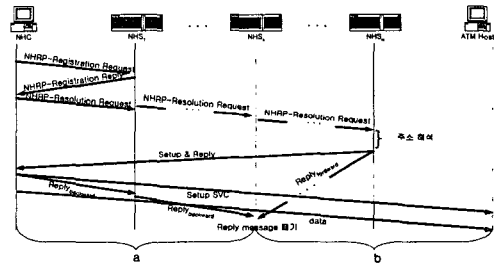


그림 4. 새로운 NHRP에서 등록과 주소 변환

만약 메시지가 전달되는 도중에 network의 문제로 메시지가 전달되지 못한다면, a구역에 있는 NHS는 메시지를 받지 못한다. 그러나 제안된 기법에서는 NHRP Reply_{backward}를 사용하여 이런 경우에도 Reply 메시지를 받을 수 있도록 한다.

본 논문에서 제안한 기법에서 NHS가 NHC에게 주소 해석 정보를 short-cut으로 보내 주기 위해서는 NHRP-Request 메시지의 내부에 NHC의 ATM 주소를 포함하기 위한 필드가 필요하며, NHRP-Reply 메시지의 전달 과정에서 NHRP-Reply_{forward}와 NHRP-Reply_{backward}가 충돌할 경우 최근의 정보를 포함하기 위해서, NHRP-Reply에 time stamp 필드가 필요하다.

4. 새로운 NHRP 기법의 이점

4.1 주소 해석 지연 시간의 감소

기존의 HNRP는 주소변환요구에 HNS 사이에 저장후 전달(store-&-forward)이라는 시간적 지연요소

가 있으며, 이로 인한 시간적 지연을 필연적으로 가지고 있다. 각 메시지 와 등록과 갱신 처리에 걸리는 시간적인 요소를 표 1과 같이 정의한다. 비교식에서는 LIS 내부의 ATM 스위칭 시간 과, 스위치 사이의 노드의 전달지연 시간(Propagation delay Time), 메시지의 처리 시간만을 고려하였다.

표 1. 비교식에서 사용된 기호

기호	의 미
LIS _i	i번째 LIS의 내부 전송 지연 시간
L _{ij}	i번째 LIS내부의 j번째 ATM 링크의 전달 지연시간
DL _j	NHS _n 에서 NHC까지의 Short-Cut 경로상의 j번째 링크
ST _{ij}	i번째 LIS내부의 j번째 ATM switch 의 스위칭 시간
PQ _i	i번째 NHS에서의 NHRP-Request 메시지 처리 시간
PR _i	i번째 NHS에서의 NHRP-Reply 메시지 처리 시간
D _{Setup,i}	경로상의 NHS _{i-1} 과 NHS _i 사이에 setup을 하는데 걸리는 시간
DR _{setup}	NHS _n 에서 NHC까지의 Short-Cut으로 setup 하는데 걸리는 시간
DR _{reply}	주소를 해석한 NHS가 NHC에게 Reply 메시지를 전송하는데 걸리는 지연시간

NHRP Request 메시지를 처리하는 데 걸리는 시간 “D_{request}”는 식 (1)과 같다. [3]

$$D_{request} = \sum_{i=1}^{m+1} D_{Setup,i} + \sum_{i=1}^{m+1} \left(\sum_{j=1}^{m_i+1} L_{i,j} + \sum_{j=1}^{m_i} ST_{i,j} \right) + \sum_{i=1}^{m+1} PQ_i \quad (1)$$

단, LIS_i = $\sum_{j=1}^{m_i+1} L_{i,j} + \sum_{j=1}^{m_i} ST_{i,j}$, m_i는 0 이상의 변수이며, m_i는 i번째 LIS내부의 경로상의 ATM 스위치 수이며, D_{Setup,i}은 a*m_i이다. a는 ATM Setup 시그널 처리를 위한 경로상의 ATM 스위치의 평균 지연시간이다.

NHRP-Reply 메시지를 처리하는 데 걸리는 시간 “D_{reply}”는 식 (2)와 같다.

$$D_{reply} = \sum_{i=1}^{m+1} D_{Setup,i} + \sum_{i=1}^{m+1} \left(\sum_{j=1}^{m_i+1} L_{i,j} + \sum_{j=1}^{m_i} ST_{i,j} \right) + \sum_{i=1}^{m+1} PR_i \quad (2)$$

기존의 NHRP동작은 NHS사이 연결방법에 따라 다음의 3가지로 분류할 수 있다.

- 경우 1 : NHS사이 PVC로 연결되어 있는 경우
- 경우 2 : NHS사이 SVC로 연결되어 있으며, NHS가 메시지를 전달할 때 연결 설정을 하고 NHRP-Reply 메시지를 받을 때까지 연결을 유지하는 경우
- 경우 3 : NHS사이 SVC로 연결되어 있으며, 메시지를 보낼 때 연결 설정을 하고, 보낸 후 연결 설정을 해제하는 경우

각 경우에서 NHC가 NHS에 NHRP-Request 메시지를 보내고, NHRP-Reply를 받을 때까지 걸리는 시간 D_{total}은 다음과 같다.

■ (경우 1)에는 이미 NHS사이 PVC 연결이 존재하며, NHS가 NHRP-Reply를 돌려 받는데 걸리는 시간 D_{total,1}은 식 (3)과 같다.

$$D_{total,1} = D_{Setup,1} + 2 \sum_{i=1}^n LIS_i + \sum_{i=1}^n PQ_i + \sum_{i=1}^n PR_i \quad (3)$$

■ (경우 2)에 NHC가 메시지를 보낸 후 NHRP-Reply 메시지를 받는 데 걸리는 시간 D_{total,2}는 식 (4)과 같다.

$$D_{total,2} = \sum_{i=1}^n D_{Setup,i} + 2 \sum_{i=1}^n LIS_i + \sum_{i=1}^n PQ_i + \sum_{i=1}^n PR_i \quad (4)$$

■ (경우 3)에는 메시지를 보낼 때마다 연결 설정을 해주어야 하므로, NHS가 NHRP-Reply를 돌려 받는데 걸리는 시간 D_{total,3}은 식 (5)과 같다.

$$D_{total,3} = 2 \sum_{i=1}^n D_{Setup,i} + 2 \sum_{i=1}^n LIS_i + \sum_{i=1}^n PQ_i + \sum_{i=1}^n PR_i \quad (5)$$

이러한 동작을 본 논문에서 제시한 비대칭 경로 NHRP관점에서 본 D'_{total}은 다음과 같다.

■ (경우 1)를 적용할 경우에는 NHRP-Reply 메시지를 전송할 때 NHS를 거치지 않으므로 NHRP-Reply 메시지를 전송할 때 연결설정의 지연시간이 없으므로 같은 시간이 걸리며, 지연 시간 D'_{total,1,2}는 식 (6)과 같다.

$$D'_{total,1} = D_{Setup,1} + \sum_{i=1}^n LIS_i + \sum_{i=1}^n PQ_i + DR_{setup} + DR_{reply} \quad (6)$$

단, DR_{reply} = $\sum_{i=1}^k DL_i + \sum_{i=1}^k ST_i$ 이며 k는 NHS_n에서 NHC까지의 Short-cut경로상의 ATM 스위치 수이며, DR_{setup}은 $a * \sum_{i=1}^k m_i * a$, 0 < a < 1이며, a는 ATM setup 시그널 처리를 위한 경로상의 ATM 스위치의 평균지연시간이다.

■ (경우 2)과 (경우 3)을 적용할 경우 비대칭 경로 NHRP의 D'_{total,3} 및 D'_{total}은 식 (7)과 같다.

$$D'_{total,2} D'_{total,3} = \sum_{i=1}^n D_{Setup,i} + \sum_{i=1}^n LIS_i + \sum_{i=1}^n PQ_i + DR_{setup} + DR_{reply} \quad (7)$$

본 논문에서 제시한 비대칭 경로 NHRP에서의 성능 향상 정도는 두 기법의 D_{total}과 D'_{total}의 차로써 알 수 있다.

■ (경우 1)에서의 성능 차이

$$D_{total,1} - D'_{total,1} = \sum_{i=1}^n LIS_i + \sum_{i=1}^n PR_i - DR_{set} - DR_{reply} \quad (8)$$

■ (경우 2)에서의 성능 차이

$$D_{total,2} - D'_{total,2} = \sum_{i=1}^n LIS_i + \sum_{i=1}^n PR_i - DR_{set} - DR_{reply} \quad (9)$$

■ (경우 3)에서의 성능 차이

$$D_{total,3} - D'_{total,3} = \sum_{i=1}^n D_{Setup,i} + \sum_{i=1}^n LIS_i + \sum_{i=1}^n PR_i - DR_{set} - DR_{reply} \quad (10)$$

단, NHC가 속한 LIS의 NHS가 정보를 알고 있다면, Reply 처리시간과 setup 시간이 걸리지 않으므로 LIS₁ - DR_{reply}이 된다.

그림 5와 그림 6은 비대칭 경로 NHRP에서 NHS를 경유한 스위치의 개수와 short-cut 경로상의 스위치의 수의 비례관계에 따른 식(6)과 식(7)의 그래프이다. 각 식에서 파라미터는 표 2와 같다.

표 2. 파라미터 정의

파라미터	값	정의
m	10	LIS내의 스위치수를 의미. 동일한 개수를 가정
n	10	LIS의 수는 모두 10개이다.
PQ, PR	10ms	NHS에서 NHRP-Request 및 NHRP-Reply 메시지 처리시간으로서 모두 동일한 시간을 가정
a	2ms	ATM 스위치당 평균 setup 처리 시간
ST	2.7 μ s	ATM 스위치의 스위칭 지연 시간
L,DL	1 μ s	ATM 링크에 대한 전송 지연 시간.

Short-cut경로는 상황에 따라 변동함으로 LIS내의 스위치의 수에 비례하여 식에 적용하였고, α 를 변동시킴으로써 short-cut경로상의 스위치의 감소에 따른 NHRP-Reply 메시지의 총 지연시간을 살펴보았다.

그림 5와 그림 6에서 식 (6)과 식 (7)의 식에 각 파라미터를 대입한 후 최악의 경우, 예로 short-cut 경로가 라우팅 경로와 동일할 경우, $\alpha=1.0$ (그림에서 $k=1.0$)으로 한 그래프에 α 의 값을 각각 0.9, 0.8, 0.7, 0.6으로 변동시켜 연결설정에 걸리는 시간에 변동을 주었다. 그 결과로 각각의 그래프는 연결설정 시간에 따라 비례적으로 변동하였으며, 연결 설정시간을 줄임으로써 더 좋은 성능을 나타내었다. 그림 5와 그림 6을 보면, 연결 설정을 자주 하는 SVC보다는 PVC에 의한 이미 경로를 설정해 놓은 경우가 더 좋은 성능을 보이며, 각각의 경우에서 short-cut경로의 연결설정 시간은 NHRP-Reply 메시지의 총 지연 시간에 많은 영향을 준다.

4.2 빠른 NHS 캐쉬 테이블의 갱신완료

그림 4에서 NHS_n은 주소해석을 요청한 NHC에게 NHRP-Reply_{forward} 메시지를 보내고, 메시지를 받은 NHC는 NHRP-Reply_{backward} 메시지를 요청 경로로 보내어 NHS의 캐쉬 테이블을 갱신한다. 이렇게 함으로써 NHS의 캐쉬 테이블은 경로의 양쪽으로부터 갱신되어 진행하며 기존의 방법보다 빠르게 갱신을 완료한다.

4.3 NHRP Reply 메시지의 전달 신뢰성 향상

기존의 방법에서는 NHRP Reply 메시지가 손실된다면, 그림 4의 a구역에 있는 NHS는 테이블 갱신을 할 수 없다. 새로 제안된 방법에서는 이러한 손실에서도 NHRP-Reply_{forward}, NHRP-Reply_{backward}를 사용하여 양방향에서 갱신함으로써 한쪽이 손실되어도 테이블을 갱신할 수 있으며, 두 메시지를 비교하여 항상 최신 정보를 유지할 수 있다.

5. 결론

NHRP는 NHS를 통해 목적지의 주소를 알아내어 두 단말간의 직접적인 연결을 도모하여 종단간 데이터 전송지연의 감소를 목적으로 하고 있다. 제안된 기법에서는 각 NHS에게 NHRP-Request 메시지를 전송할 때 최초의 요구자의 주소를 첨가하여 보냄으로써 마지막 NHS에서 서비스 요구자의 정보를 볼 수 있게 하여 NHS에서 목적지 정보를 NHC에게 직접 보내줌으로써 이러한 문제로부터 벗어 날수 있다. 그리고 또한 NHC에서 받은 주소 정보를 NHS에게 Reply함으로써 NHS의 테이블 갱신이 기존의 방법보다 더욱 빨리 완료된다.

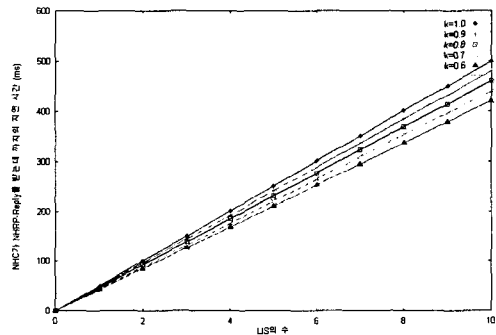


그림 5. 식 (6)에서 setup 시간에 따른 지연 시간

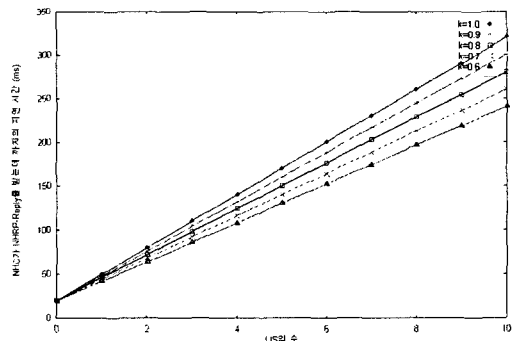


그림 6. 식 (7)에서 setup시간에 따른 지연 시간

6. 참조논문

- [1] J. Luciani, D. Katz etc., "NBMA Next Hop Resolution Protocol(NHRP)", RFC 2332, April 1998
- [2] Joel Mambretti, Andrew Schmidt "Next Generation internet : Creating Advanced Networks and Services" p.169, Wiley, 1999
- [3] Steven Lin, Nick Mckown "Simulation Study of IP Switching", Technical Report CSL-TR-97-720, 1997
- [4] Raif O. Onvural, "ASYNCHRONOUS TRANSFER NETWORK : Performance Issues, 2nd", p.185, Artech House, 1995