

이동 인터넷 환경에서의 전이 메커니즘에 대한 시나리오 제시와 요구사항 분석 및 성능 측정

*권금연^o *황인준 **안병호 ***이승윤 *강현국
*고려대학교 전자정보공학과 **충청대학 컴퓨터 정보과학과 ***한국전자통신연구원
*{kwonky^o, hwangij, kahng}@korea.ac.kr **bhahn@ok.ac.kr ***sylv@etri.re.kr

Scenarion proposal, requirements analysis, and performance test about transition mechanism in the mobile internet environment

*Keumyoun Kwon^o *Injun Hwang **Byuongho Ahn ***Seungyun Lee *Hyunkook Kahng
*Dept. of Electronics and Information, Korea University,
Dept. of Computer Information Science, Chung Cheong College, *ETRI

요 약

현재 국외에서는 산업계 및 학계를 중심으로 기존의 IPv4와 연동 가능한 IPv6에 대한 연구를 추진하고 있다. 또한 국내에서도 IETF의 표준화 기술을 중심으로 몇몇 기관에서 고정망 중심의 IPv6 전이 메커니즘을 구현하고 있다. 그러나 연동 기술에 대한 연구가 고정망에 중심을 두고 있어 이동망에서의 연동 구조에 대한 연구는 부족한 현실이다. 이와 같이 국내외적으로 IPv6망에서의 이중 스택 구조는 고정망을 기반으로 연구가 진행되고 있지만, 이동 인터넷 환경에서의 전이 메커니즘에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 이동 인터넷 환경에서의 전이 메커니즘에 대한 시나리오 제안과 요구사항 분석을 하고, 여기서 제안된 메커니즘들 중 6to4에 이동성을 적용했을 때의 성능 측정 결과를 제시한다.

1. 서 론

IPv6가 아무리 많은 기능과 특징을 포함하고 있더라도 기존의 모든 TCPv4/IPv4 프로토콜을 짧은 시간 내에 대체할 수는 없다. 따라서, IPv4와 IPv6 망이 공존하는 기간 동안, 기존 IPv4 망과 IPv6 망과의 상호 연동을 위해 라우터 및 게이트웨이에서 IP 주소를 변환하기 위한 장치가 요구된다. 또한, 이동 단말에서의 인터넷 서비스 문제 및 정보 가전의 인터넷 접속을 위한 해결 방안으로 IPv6 주소 도입이 추진될 것으로 전망되며, 이 경우 IPv6 환경에서의 이동 서비스 제공 기술을 좀 더 앞당겨 인터넷 망에 적용될 것으로 예상된다. 따라서, Mobile IPv6로의 전이에 대한 국내 표준 연구 및 기술적 분석은 조속히 추진하는 것이 바람직하며 이러한 표준화 노력과 함께 실제 망 적용성을 위한 구현 기술 연구가 요구되고 있다. 이에 본 논문에서는 단계적으로 Mobile IPv6와 전이 메커니즘에 대한 연구를 바탕으로 이동 인터넷 환경에서의 전이 메커니즘에 대한 시나리오 제안과 요구사항 분석을 하고, 여기서 제안된 메커니즘들 중 6to4에 이동성을 부여 했을 때의 성능 측정 결과를 제시한다.

2. 관련 연구

2.1 Mobile IPv6

이동 노드는 홈 망에서 또는 외부 망에서도 자신의 home

address로 통신할 수 있어야 한다. 이를 위해 IPv6에는 주소 자동 설정 기능과 이웃 발견 등 이동성 지원에 관련된 기능을 자체적으로 가지고 있어 IPv4에서 보다 간단한 방법으로 이동성을 지원할 수 있다. 이동 노드가 홈 망에 있을 때는 자신의 홈주소로 일반적인 인터넷 라우팅 메커니즘을 사용하여 통신을 한다. 하지만 이동노드가 외부 망으로 이동을 했을 때는 이동 노드가 이동탐지를 하고, CoA 주소를 획득하기 위해 주소 자동 설정과 이웃 발견 기능 등을 이용할 수 있다. IPv6에서 자체적으로 이동성을 지원하기 위한 구조를 가지고 있지만 TCP와 같은 상위 계층 프로토콜에 투명하게 이동성을 지원하기 위해서 Home Address Destination 옵션을 정의함으로써 IPv6 노드는 터널링을 사용하지 않으면서 TCP 연결과 같은 상위 계층과의 연결을 유지한다.

2.2 전이 메커니즘

2.2.1 6to4

6to4는 양단간의 터널 설정 없이 최소한의 manual configuration만으로 IPv4 망을 사이에 둔 고립된 IPv6 사이트들의 노드 간 통신을 위한 것이다. 이 기법은 양단의 호스트보다는 IPv6 사이트간의 변환에 적당한 메커니즘이다.

2.2.2 NAT-PT

NAT-PT는 dual-stack이 아닌 only IPv6 노드와 only IPv4 노드사이의 통신시 주소 및 프로토콜 패킷 변환을 제공하는 전이 메커니즘이다. NAT-PT는 IPv6의 노드들에 대해서 여러 개의 IPv4 주소들을 사용하여 각 IPv6 노드들에게 할당 변환하는 메커니즘이다. 그러나 IPv6 노드들의 개수만큼의 IPv4 주소를 공급할 수 없다는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해서

NAPT-PT는 하나의 IPv4주소를 사용하는 대신에 TCP/UDP 포트를 주소변환 pool에서 매핑하는 방법이다. 그러나 이들은 모두 IPv6에서 IPv4로의 단방향 변환을 제공하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, ALG(Application Level Gateway)를 이용한 양방향 NAT-PT를 제공하고 있다.

2.2.3 DSTM

DSTM은 IPv6-only 망내에서 IPv4 망에 존재하는 IPv4 호스트에게 패킷을 전송하기 위한 메커니즘이다. DSTM 서버는 클라이언트 노드에게 IPv4 주소를 할당하여 IPv6망 내에서 터널링을 한다. 그리고 IPv4 망에서는 TEP가 decapsulation을 수행하여 IPv4 패킷을 전달한다.

2.3.4 ISATAP

ISATAP은 IPv4 사이트내에 IPv6 노드들이 점진적으로 배치될 수 있는 간단하고 확장성 있는 방법을 제공한다. ISATAP은 주소 할당과 host-to-host, host-to-router, router-to-host, 그리고 IPv4 인트라넷을 가로지르는 IPv6 호스트들 사이의 unicast IPv6 connectivity를 제공하기 위하여 사용되는 자동 터널링 메커니즘이다.

2.3.5 TEREDO

NAT내에 고립된 망에 있는 IPv6 노드가 다른 망의 IPv6 노드와의 통신에는 일반적인 6to4 메커니즘으로는 통신을 할 수 없다. 이를 위해 TEREDO는 NAT내에 고립되어 있는 IPv6 노드와 외부 망에 있는 IPv6 호스트와의 통신을 지원하도록 설계되어진 전이 메커니즘이다.

3. 이동성지원을 위한 전이 시나리오 분석 및 요구사항

두 노드 간의 통신 환경과 두 노드가 사용하고 있는 IP 버전, 이동 노드가 방문한 네트워크의 버전에 따라 여러가지 다양한 통신 시나리오가 존재할 수 있다. 본문에서는 그 중에서 IPv6 MN과 IPv4 CN간의 통신 환경에 있어서의 전이 시나리오에 대해 살펴보겠다.

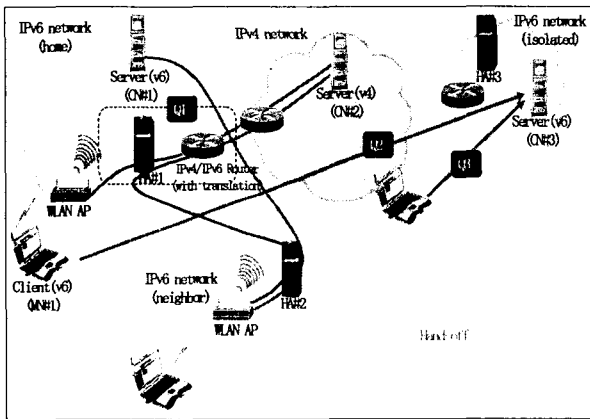


그림 1 IPv6 전이환경에서 적용 가능한 통신 시나리오

IPv6 전이 환경 및 이동한 네트워크의 환경에 따라 서로 다른 버전을 갖는 IPv4 CN과 IPv6 MN인 두 노드간의 통신에서는 MN이 이동한 네트워크의 종류에 따라 구분할 수 있다.

3.1 IPv6 네트워크로 이동한 경우

요구 사항은 어떤 메커니즘을 적용하느냐에 따라 다르다. 크게 NAT-PT와 DSTM을 사용하는 경우로 나눌 수 있다.

3.1.1 NAT-PT를 사용하는 경우

IPv6 MN이 방문한 IPv6 네트워크의 경계 라우터는 IPv6 MN으로부터 전달받은 패킷을 IPv6 MN이 이동하기 전에 IPv4 CN과 통신 시 이용하던 경계 라우터의 NAT-PT로 전달해야 한다. CN이 IPv4이므로 MIPv6 에서의 요구되는 CN의 처리를 NAT-PT에서 대신해 줄 수 있어야 한다. 그러므로 NAT-PT는 확장헤더인 mobility header 및 home address destination option을 인식할 수 있어야 한다. 또한, CN을 대신하여 Binding cache 기능을 포함하여 MIPv6 관련 메시지(i.g.RR 프로시저, BU 메시지)를 대신 처리할 수 있어야 한다. NAT-PT는 CN으로부터 수신한 IPv4 패킷을 CN 대신 처리한 BU 메시지를 통해 획득한 MN의 CoA를 목적지로 하며 Type 2 Routing header를 추가한 IPv6 패킷으로 변환할 수 있어야 한다.

3.1.2 DSTM을 사용하는 경우

DSTM 메커니즘에서 일반적으로 요구되는 사항인 IPv6 MN은 dual stack 이어야 한다. 이동한 네트워크에서 CoA 주소를 획득하여 HA로 BU 메시지를 보내면 HA는 DSTM 서버와 TEP가 MN의 홈주소와 CoA 주소의 매핑을 유지할 수 있도록 DSTM 서버와 TEP를 목적지로 수신한 BU 메시지를 수정하여 MN의 홈주소 및 CoA 정보를 전달할 수 있어야 한다. TEP와 DSTM 서버는 HA로부터의 BU 메시지를 인식하여 처리할 수 있어야 한다. 또한 이 메시지를 처리하여 MN의 홈주소와 CoA를 매핑할 수 있도록 확장되어야 한다. 이 매핑 정보는 다음과 같은 상황에서 사용될 수 있다. MN이 DSTM 서버로 기존에 사용하던 IPv4 주소의 사용을 지속적으로 DSTM 서버로 요청하면 기존의 홈주소 및 CoA 매핑 정보를 통해 동일한 IPv4 주소의 사용을 지속적으로 유지할 수 있다. CN으로부터 패킷을 수신한 TEP는 MN의 IPv4 주소와 매핑된 CoA 주소로 패킷을 캡슐화해서 전달함으로써, 직접 이동한 네트워크의 MN으로 전달할 수 있다.

3.2 IPv4 네트워크 내의 고립된 IPv6 네트워크로 이동한 경우

NAT-PT 메커니즘을 사용하는 경우 이동한 IPv6 MN은 HA로 BU 메시지를 보낼 때 6to4 메커니즘을 사용해야 한다. IPv6 MN이 이동한 IPv6 네트워크의 경계 라우터는 IPv6 MN으로부터 전달받은 패킷을 IPv6 MN이 이동하기 전에 IPv4 CN과 통신 시 이용하던 경계 라우터의 NAT-PT로 전달해야 한다. CN이 IPv4이므로 MIPv6 에서의 요구되는 CN의 처리를 NAT-PT에서 대신해 줄 수 있어야 한다. 그러므로 NAT-PT는 확장헤더인 mobility header 및 home address destination option을 인식할 수 있어야 하며 CN을 대신하여 Binding cache 기능을 포함하여 MIPv6 관련 메시지(i.g.RR 프로시저, BU 메시지)를 대신 처리할 수 있어야 한다. NAT-PT는 CN으로부터 수신한 IPv4 패킷을 CN 대신 처리한 BU 메시지를 통해 획득한 MN의 CoA를 목적지로 하며 Type 2 Routing header를 추가한 IPv6 패킷으로 변환할 수 있어야 한다. 하지만 IPv6 MN이 이동한 경우 두 노드간의 통신이 이동한 네트워크의 경계 라우터가 아닌 홈 네트워크 상에서 경계 라우터의 NAT-PT를 통해 패킷 변환이 요구되므로 불필요한 터널링을 해야하는 제약성이 있다

3.3 IPv4 네트워크로 이동한 경우

이동한 IPv4 네트워크가 global unique 네트워크인지 private 네트워크인지에 따라 이동성 지원을 위한 요구사항은 다음과 같다. 이동한 IPv4 네트워크의 경계 라우터가 IPv6 MN으로부터 전달받

은 패킷을 IPv6 MN이 이동하기 전 CN과의 통신에 사용되던 경계 라우터의 NAT-PT로 전달할 수 있어야 한다. 그리고 NAT-PT는 확장 헤더(i.g.mobility header, home address destination option)를 인식할 수 있어야 하며 MIPv6 관련 메시지를 CN 대신 처리할 수 있어야 한다. 예로 관련 MIPv6 메시지는 RR 프로시저, BU 과정이 있으며 CNv6의 기능에서 요구되는 Binding Cache 기능은 NAT-PT의 매핑테이블 수정으로 대신 처리할 수 있다. 이동한 망이 global IPv4 네트워크이면 ISATAP 메커니즘이 적용되며 IPv6 MN은 ISATAP 호스트로 동작 가능해야 한다(dual stack). 이동한 망이 private IPv4 네트워크이면 TEREDO 메커니즘이 적용되며 IPv6 MN은 TEREDO 호스트로 동작 가능해야 한다(dual stack). IPv6 MN은 이동한 네트워크로부터 임시적으로 IPv4 주소를 할당받을 수 있어야 하며 IPv4 네트워크의 형태에 따라 ISATAP 또는 TEREDO 주소를 생성할 수 있어야 한다.

4. 성능 측정

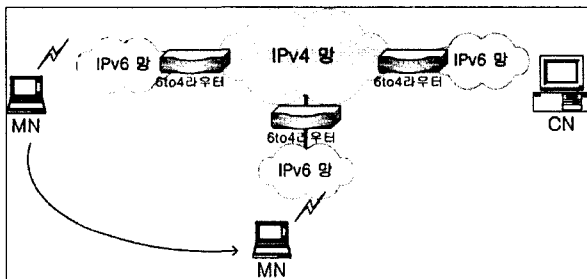


그림 2 6to4 Testbed

다음 그림 3은 그림 2의 환경에서 static 6to4와 6to4에 이동성을 부여 했을 때의 성능 측정을 비교한 결과를 나타낸 것이다.

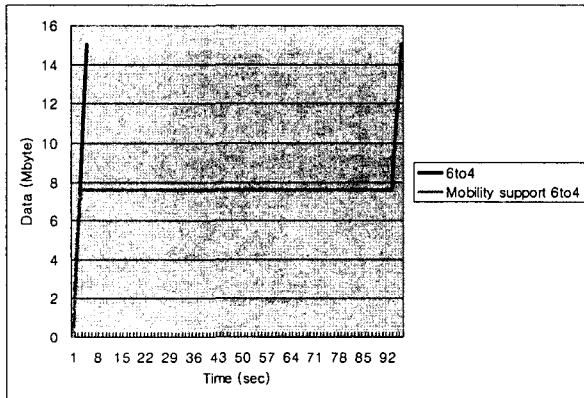


그림 3 6to4에 이동성을 부여 했을 때의 성능 비교

그림 3과 같이 이동 전후의 6to4의 성능의 차이는 크게 변화가 없으나 MN과 CN의 registration(RR procedure, Binding Update) 시간이 평균 약 90초 정도 걸렸음을 알 수 있다. (단, 테스트 노드의 하드웨어 사양에 따라 성능의 차이가 날 수 있다.) 이로 인해 15Mbyte의 데이터 전송에 있어서 static 6to4는 4초, 이동성을 부여한 6to4는 약 95초 정도 걸렸다. 따라서 전송속도에 따른 성능은 약 4.2%정도 이다.

5. 결론 및 향후 계획

본 논문은 Mobile IPv6와 전이 메커니즘에 대한 연구를 바탕으로 이동 인터넷 환경에서의 전이 메커니즘에 대한 시나리오 제안과 요구 사항을 분석하고, 여기서 제시된 메커니즘들 중 6to4에 이동성을 부여 했을 때의 성능 측정 결과를 제시하고 있다. 앞으로는 6to4 뿐만 아니라 NAT-PT나 다른 전이 메커니즘도 이용하여 이동 인터넷 환경에서 적용할 수 있도록 할 것이다. 이를 위해 이동성 지원을 위한 NAT-PT나 다른 전이 메커니즘의 확장과 이에 대한 성능 측정이 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko. "Mobility Support in IPv6" Internet Draft, June 30, 2003
- [2] G. Tsirtsis, P. Srisuresh. "Network Address Translation - Protocol Translation (NAT-PT)" RFC 2766, February 2000
- [3] B. Carpenter, K. Moore. "Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds" RFC 3056, February 2001
- [4] Jim Bound Alain Durand Hossam Afifi. "Dual Stack Transition Mechanism (DSTM)" Internet Draft, July 2002
- [5] F. Templin, T. Gleeson, M. Talwar, D. Thaler. "Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP)" Internet Draft, March 27, 2003
- [6] C. Huitema. "Teredo: Tunneling IPv6 over UDP through NATs" INTERNET DRAFT, September 17, 2002
- [7] R. Gilligan, E. Nordmark, "Transition Mechanism for IPv6 Hosts and Routers", RFC 2893, Aug. 2000.
- [8] Yanick Pouffary, Jim Bound, "IPv6 Enterprise Networks Scenarios" Internet Draft, February 2003
- [9] J. Soininen, "Transition Scenarios for 3GPP Networks" Internet Draft, March 2003
- [10] C. Huitema, R. Austein, Bourgeois Dilettant, S. Satapati, R. van der Pol. "Unmanaged Networks IPv6 Transition Scenarios" June 16, 2003
- [11] Cleve Mickles, "Transition Scenarios for ISP Networks" INTERNET DRAFT, March 2003
- [12] Cleve Mickles, "Transition Analysis for ISP Networks" INTERNET DRAFT, February 2003