

홈네트워크에서 IPv6 전환 기술 연구

박혜경*, 백의현*

* 한국전자통신연구원 유비쿼터스홈서비스연구팀

e-mail : phk@etri.re.kr

A Study for IPv6 Transitions on the Home Networks

Hae-Kyeong Park*, E-Hyen Paik*

*Ubiquitous Home Service Research Team, ETRI

요 약

가정 내의 정보가전기기가 네트워크로 연결돼 기기, 시간, 장소에 구애 받지 않고 서비스가 이뤄지는 유비쿼터스 디지털 홈으로 진화하기 위해, 대내 많은 수의 단말들을 수용하고 이동성을 지원할 수 있는 IPv6 기술의 적용이 필수적으로 요구된다. 본 논문에서는 홈네트워크에서 IPv6 전환 기술을 적용하기 위한 방안 및 구조 등을 제시하고자 한다.

1. 서론

사무자동화에 이어 디지털 TV의 보급이 본격화되면서 가정내의 모든 일을 자동화하는 영역이 고부가가치 산업으로 떠오르고 있는 것이다. 외부에서도 집안일을 무선이나 인터넷으로 자동화할 수 있는 홈네트워크기술은 지난 90년대 후반부터 미국, 일본 등이 앞다투어 미래기술의 하나로 꼽아 개발에 전력하는 분야이다. 인텔, 마이크로소프트 등 유명기업들이 자사의 기술을 세계의 표준 홈네트워크 기술로 인정받기 위해 노력하고 있다.

최근 들어 국내 통신업체와 전자업체도 이 분야의 기술 개발에 나서 최근 입주하는 아파트 단지 등에 초보적인 형태의 홈네트워크를 시도하면서 기술경쟁을 벌이고 있다. 정보통신부는 홈네트워크를 9대 신성장동력 가운데 하나로 선정하여 진행하고 있으며, 국내 홈네트워크의 활성화를 위한 연구, 개발 및 시범 서비스들이 진행되고 있다.[1,2,3]

본 논문에서는 홈네트워크의 진화 방향에 대해서 알아보고, 진화가 진행됨에 따라 요구가 증가하게 될 IPv6 기술 및 IPv4/IPv6 변환 기술의 적용 방안에 대해 기술하고자 한다.

2. 홈네트워크 서비스

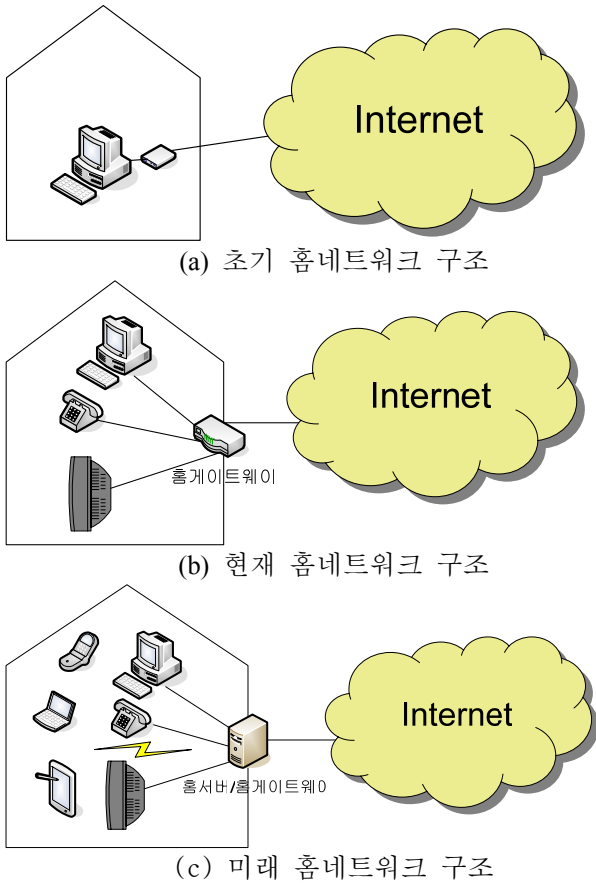
현재 홈에서 인터넷을 사용하는 것은 하나의 PC에 직접 ADSL이나 초고속 인터넷이 연결되어 서비스를 하고 있다. 그러나 점점 한 가정 내에서 사용하는 단말기의 수가 증가하고 이동단말이 등장함에 따라 한

가정 내의 인터넷 단말이 한 개에서 여러 개로 증가하게 된다. 그리고, 가정 내 가전이나 가스 등 홈오트메이션 기능을 인터넷과 연결하게 될 경우, 원격에서 어디서나 효율적으로 제어할 수 있는 장점을 가지게 된다. 따라서 홈 내 인터넷 단말 개수의 증가 및 단말의 이동성 증가는 홈네트워크가 진화해야 할 기술의 방향을 제시해준다.

그림 1은 홈네트워크의 구성이 진화하는 형태를 보여준다. 현재는 IPv4 주소를 사용하여 홈네트워크를 구성하게 되고, 홈 내의 네트워크는 사실 IPv4 주소를 사용하여 구축하게 된다. 그러나 점점 IPv6 단말의 증가 및 효율적인 서비스 제공을 위해 IPv6 주소를 사용하게 될 것이다.

그리고 홈네트워크에서 통신 및 전송의 중심이 되는 홈게이트웨이가 현재 보급되기 시작하고 있고, 뒤이어 대내 다양한 미디어 전송이나 서비스의 중심 역할을 하는 홈서버 혹은 미디어 서버가 개발되고 있다.

홈게이트웨이와 홈서버는 각각 네트워킹 기능과 미디어 서버 역할을 하면서 따로 존재하고 있지만, 두 가지 역할을 모두 가지는 홈서버도 개발되고 있다. 이러한 홈서버는 다양한 유무선 네트워킹 기능을 가지면서 대내 이동단말들과 연동하여 미디어센터 역할 뿐 아니라 헬스케어, 교육, 가사도우미 등 다양한 홈서비스의 중심 역할을 하게 될 것으로 생각된다. 홈서버에서 이러한 복합적인 서비스를 위해서는 더욱 각 이동 단말이나 대내 단말에 대한 공중 IP 주소가 필요하게 된다.



(그림 1) 홈네트워크 진화 형태

3. 홈네트워크 IPv6 기술 도입

현재 인터넷 단말의 증가하고, 기존의 클라이언트/서버 기반의 서비스에서 피어-투-피어(peer to peer) 서비스로 패러다임이 변화하고 있고, 단말 간에 양방향 통신에 대한 수용이 급증하고 있다. 또한 노트북이나 PDA 와 같은 이동 단말 사용자들이 증가하고 있어, 홈네트워크에서도 내부에서나 다른 곳으로 이동할 경우에도 편리하게 사용하고자 하는 요구가 발생하고 있다. 이러한 변화를 수용하기 위해 홈네트워크에서 IPv6 의 도입은 효율적으로 이러한 요구를 만족시키는 방법이다.

또한 미래 유비쿼터스 홈네트워크 환경으로 발전할 경우, 더 많은 장치들이 인터넷과 접속되고, 대부분의 장치들이 식별자를 요구하게 될 것이다. 인터넷과 접속하고자 하는 장치들은 IPv6 주소를 필요로 하게 된다. 따라서 IPv6 만을 지원하는 가전기기들이 이미 생산되고 있고, 그 수가 증가하게 될 것이다.

현재 백본 네트워크에서도 IPv6 서비스를 위한 준비를 하고 있고, 현재 개발되는 대부분의 네트워크 장비들이 IPv6 기능을 지원하고 있다. 그러나 아직 Network Provider 나 Service Provider 와 같은 사업자들은 적극적으로 IPv6 상용 서비스를 제공해야 할 이유를 갖지 못하고 있다. 따라서 홈네트워크와 같은 가입자 망에서부터 IPv6 가 적용되기 시작할 것으로 전망하고 있다. 실제로 IPv6 홈네트워크에서 다른 IPv6 망

으로의 연결을 위해 터널링 기능이나 IPv4/IPv6 간 변환 기능들이 요구된다.

IPv4/IPv6 연동 기능은 홈네트워크 내 네트워크장치인 홈게이트웨이나 홈서버가 그 기능을 가지고 홈 서비스를 스스로 해결할 수 있는 방법도 있고, 서비스 제공자 망에서 이러한 연동기능을 가지고 서비스를 제공할 수도 있을 것이다. 1 차적으로는 홈 사용자의 필요에 따라 홈 내에서 제공하는 형태가 쉽게 적용될 것으로 생각되며, IPv6 사용자가 증가하게 될 경우에는 서비스 제공자 망에서 변환기능을 제공하게 될 것으로 생각된다.

4. 홈네트워크에서 IPv4/IPv6 전환 메커니즘 적용

IPv4/IPv6 변환 기술은 완전한 솔루션을 제공하지는 못하지만, 현실적으로 IPv4 에서 IPv6 로 전환되는 일정한 시기 동안에 사용되어야만 하는 필수적인 기술이다. 그리고 IPv4 에서 IPv6 로 완전히 전환되는데까지는 꽤 긴 시간이 필요로 할 것으로 보이므로, 전환기간 동안 각 시기와 상황에 따라 각기 다른 변환기술이 사용될 것으로 생각된다.

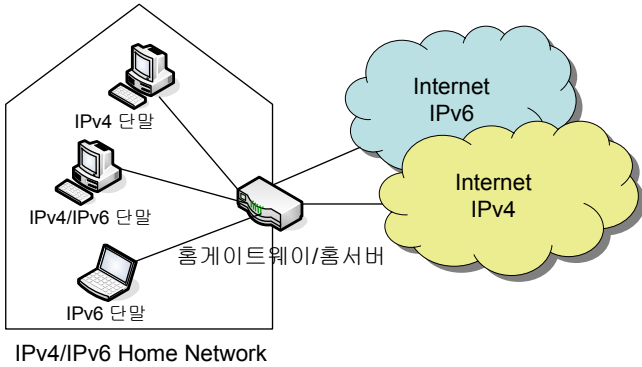
홈네트워크는 태내 단말의 수가 증가하고 이동성을 요구하는 사용자가 증가하게 되면 가장 먼저 IPv6 를 도입하여 적용하여야 할 망이 될 것이다. 물론 백본망 전체가 IPv6 로 변경되지 않더라도, IPv6 를 지원하는 서비스 제공 망과 연결하여 서비스를 시작하게 된다. 또한 홈사용자는 기존의 IPv4 인터넷 서비스도 받고자 할 것이다. 그러면 홈내 단말장치 및 홈서버/홈게이트웨이는 IPv4/IPv6 전환기술이 가장 먼저 적용되어 사용되는 장치들이 될 것으로 전망된다. 본 장에서는 다양한 전환기술들이 홈네트워크에서 어떻게 활용될 수 있는지 알아보려고 한다. IPv4/IPv6 전환 기술에는 크게 듀얼스택(Dual Stack), 터널링(Tunneling), 변환(Translation) 방식으로 구분된다.

4.1 듀얼스택

듀얼스택 방식은 기존의 IPv4 장비들이 IPv6 도 지원하도록 업그레이드 하는 방식으로 IPv4 주소부족에 직면하기 전에 IPv6 도입 초기에 선호되는 방식으로 보인다.[6] 그러나 단말에서 IPv4 및 IPv6 주소를 모두 설정하여야 하고, 라우터 및 네트워크 장비는 IPv4 및 IPv6 라우팅을 모두 지원하여야 하기 때문에, 망 복잡도가 증가하고 망 관리 비용이 증가하는 문제를 가진다. 또한 기존 IPv4 주소 부족 문제를 그대로 안고 있다.

홈네트워크에서는 외부 망과 직접 연결된 홈게이트웨이는 IPv4 공용 주소를 사용하고 홈내부에서는 IPv4 사설주소를 사용하게 된다. 따라서 홈게이트웨이는 공용 IPv4 주소와 IPv6 주소를 가지게 되고, 홈 내부 단말은 필요에 따라 IPv4 사설 주소와 IPv6 주소를 선택적으로 사용하게 된다. 홈네트워크에서는 IPv4 사설 주소를 사용하기 때문에 IPv4 주소 부족에 심각한 영향을 주지는 않을 것으로 보인다. 이러한 이유로 홈내에 IPv6 가 적용되어 활발하게 사용되더라도 오랫동안 IPv4 서비스가 지속될 것으로 보인다. 아래 그림 1

과 같이 홈게이트웨이/홈서버는 듀얼스택을 지원하고, 인터넷과 연결된 인터페이스는 IPv4 공용주소를 가지면서 홈게이트웨이/홈서버 내부 인터페이스와 내부 단말들은 모두 IPv4 사설주소로 설정하여 사용한다. IPv6 주소는 맥내, 맥외에 상관없이 모두 공용 주소를 사용하게 되므로 IPv4 에서 사설주소를 매핑하기 위한 NAT 기능이 필요 없게 된다. 그 결과 외부에서 맥내 단말과 피어 투 피어 서비스를 사용할 수 있으며, 맥내 단말이 클라이언트-서버 형태의 서비스에서 서버 역할을 수행할 수 있는 장점이 있다.



(그림 2) 홈네트워크에 IPv4/IPv6 듀얼스택 적용예

4.2 터널링

터널링은 전송하고자 하는 프로토콜의 정보가 다른 프로토콜 패킷 내에 캡슐화되어 전송되는 방식으로 크게 IPv4 기반 환경에서의 IPv6 터널링과 IPv6 기반 환경에서 IPv4 터널링으로 분류할 수 있다. IPv4 기반의 현 인터넷 환경을 고려할 때, IPv6 홈네트워크를 타 IPv6 홈네트워크나 지역 IPv6 홈네트워크와 연결하여 사용하기 위해 IPv4 기반 IPv6 터널링이 초기, 중기에 널리 사용될 것이다.

터널링 방식에는 크게 수동 설정 터널링(Configured Tunneling)과 자동 터널링(Automatic Tunneling)으로 구분된다. 홈게이트웨이/홈서버 단에서 일반적으로 적용하기 용이한 터널링 방법이 수동 설정 터널링, 자동 터널링이다. 수동 설정 터널링 방법은 터널의 종단 노드 주소 정보를 관리자가 설정하는 방식으로 6Bone 이 그 예이다. 이와 달리 IPv4-호환(IPv4-compatible)주소를 이용한 자동 터널링 방법과 6to4, ISATAP 등이 있다.[13,14] 그리고 격리된 IPv6 호스트에 대해 IPv6 통신을 지원하는 터널링기법으로는 6over4, ISATAP, 터널브로커, DSTM 과 같은 메커니즘들이 있다.[12,15,16]

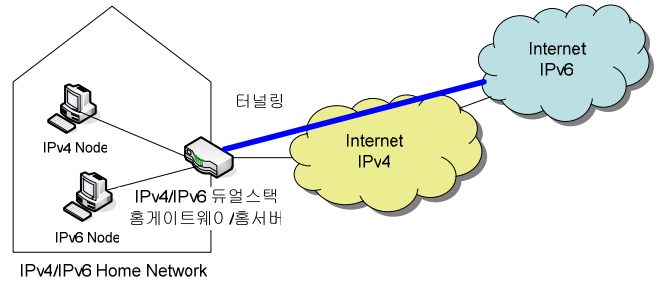
수동 설정, 자동 설정, 6to4 터널은 그림 3 과 같은 형태로 홈게이트웨이/홈서버 상에 구현하여 IPv6 홈네트워크와 IPv6 지역망을 연결하여 서비스 할 수 있다.

ISATAP 와 터널브로커는 격리된 IPv6 호스트에 대해 IPv6 통신을 위한 터널을 제공하는 방식으로 맥내 단말이나 홈서버에 ISATAP 클라이언트 기능을 구현하고, 홈서버나 외부에 ISATAP 라우터가 구현된다. 터널 브로커의 클라이언트는 맥내 단말에 구현되고, 터널브로커나 터널서버는 인터넷에 위치하게 된다.

IPv6 기반 망에서 고립된 IPv4 통신을 지원하기 위

한 터널링 방법으로 제안된 DSTM 은 IPv4 in IPv6 터널을 통해 IPv4/IPv6 경계라우터(DSTM TEP)로 패킷을 전달하고 DSTM TEP 에서는 IPv4 패킷으로 복원하여 전달한다. 홈네트워크 내의 듀얼스택 단말이 외부 IPv4 단말과 통신하고자 할 경우, DSTM 경계라우터(DSTM TEP)는 홈과 인접한 IPv4 인터넷 망에 존재한다.

Teredo 는 IPv4 네트워크의 NAT 도메인에 존재하는 듀얼스택 호스트가 IPv4 네트워크로 통신할 수 있도록 UDP 터널링 기법을 이용하여 지원하는 메커니즘이다.[17] 이 메커니즘은 듀얼스택 호스트인 Teredo 클라이언트, Teredo 서버, Teredo 릴레이로 구성되는데, 클라이언트는 맥내 듀얼 호스트가 되고, 서버와 릴레이는 인터넷상에 위치한다. 이 방법은 symmetric NAT 의 경우 지원되지 않으며, 구성이 복잡하여 제한적으로 사용될 것으로 생각된다.



(그림 3) 홈네트워크에서 IPv4/IPv6 터널링 기술 적용예

IPv6 over MPLS 방식은 기존 IPv4 망에서 사용되던 멀티프로토콜 레이블스위칭(MPLS) 가상사설망(VPN) 방식을 약간 변형한 것으로, PE(Provider Edge) 라우터 대신에 6PE 라우터를 사용해 IPv6 패킷에 레이블을 붙여 전송하는데 기존 IPv4 망에 MPLS 기능이 있는 경우에 적용하기 적합한 기술이다. 이 기술은 백본망에 아주 의존적이며, 홈을 하나의 사설망으로 구성하여 사용할 수 있는 방법이며, 홈게이트웨이/홈서버가 CE(Customer Edge) 라우터 역할을 할 수 있다. 그리고 IPv6 를 위한 터널링 뿐아니라 여러 개의 홈을 연결하는 하나의 사설망을 구성하는 서비스도 쉽게 제공할 수 있는 장점이 있다.

4.3 변환메커니즘

터널링 방법으로는 IPv6 전용단말과 IPv4 전용 단말 사이의 통신을 지원 할 수 없다. 이러한 이 기종 프로토콜 간 통신을 지원하기 위해서는 변환(Translation)에 기반한 메커니즘이 필요하다.

헤더 변환 방식의 메커니즘으로 SIIT, NAT-PT 가 있다.[7,8] IPv6 패킷 헤더와 IPv4 패킷 헤더 사이의 변환과 그에 따르는 체크섬의 조정을 가리킨다. 또한 ICMPv6 와 ICMPv4 사이의 변환도 요구되며 이러한 변환규칙을 SIIT 에서 정의하고 있다.

NAT-PT 는 SIIT 에 기반을 둔 헤더 변환 방식의 예이다. SIIT 의 프로토콜 변환 방법과 NAT 의 동적 주소 변환 기술과 응용 프로토콜 변환 기술들을 통합한 메

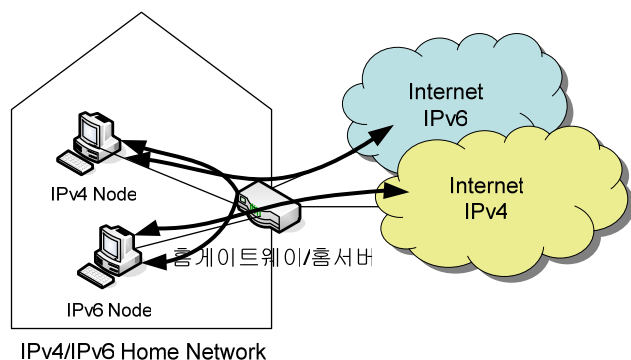
커니즘으로, 중단 단말들의 수정 없이 IPv6 호스트와 IPv4 호스트 사이의 통신을 지원한다.

NAT-PT 변환기는 일반적으로 인터넷 백본 내에 IPv4 망과 IPv6 망의 경계에 위치한다. 홈네트워크에서 IPv6 망을 구축한 경우, 인터넷 서비스 제공자 망에서 NAT-PT 기능을 제공할 수도 있고, 홈게이트웨이/홈서버에서 NAT-PT 기능을 제공할 수도 있을 것이다.

단말에서 구현하는 변환 방법으로 BIS(Bump in the Stack), BIA(Bump in the API)가 있으며, 전송계층 릴레이 방식으로 TRT, SOCKS 게이트웨이 방식은 UDP 나 TCP 에 의한 통신이 가능하다[9,10,11].

TRT(Transport Relay Translator) 방법은 IPv6-only 호스트가 IPv4-only 호스트와 TCP 나 UDP 로 통신할 수 있는 방법을 제공한다. IPv4/IPv6 듀얼스택을 지원하는 TRT 변환기가 사이트 내에 하나 존재하면서 클라이언트 및 응용 서버와 통신한다. 양방향 트래픽에 대해서만 지원 가능한 특징이 있으면, DNS-ALG 기능이 같이 요구한다. TRT 변환기는 홈게이트웨이/홈서버에 구현가능하다.

SOCKS 또한 전송계층 변환방식으로, 클라이언트/서버 응용에 적합하다. SOCKS 프록시는 응용서버와 클라이언트에 미리 지정되어 있고, 프록시는 둘 간의 트래픽에 대한 변환기능을 수행한다.



(그림 4) 홈네트워크에서 변환 메커니즘 적용예

응용계층 게이트웨이(ALG)방식은 응용 클라이언트의 요구를 응용서버 대신 ALG 에게 보내고 ALG 를 통해 응용서버로 릴레이 한다.

위에 살펴본 바와 같이 여러 가지 변환 기술들이 홈네트워크의 단말과 홈게이트웨이/홈서버에 구현되어 서비스 될 수 있다. 백본이 아닌 홈네트워크 내에서 변환기능을 제공할 경우, 그림 4 와 같이 홈내 IPv4 단말과 IPv6 단말간의 변환을 쉽게 제공할 수 있고, 서비스제공자 망에 의존하지 않고 변환서비스를 사용할 수 있다는 장점이 있다.

5. 결론

본 논문에서는 홈네트워크가 진화하여 다양한 IPv6 인터넷 가전들이 연결되고, 다양한 이동 단말들이 홈에 접속되는 때를 대비하여, 현재의 홈 내 IPv4 서비스를 유지하면서 새로운 IPv6 단말을 수용하여 서비스 하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

먼저 현재 홈네트워크의 구조의 미래의 구조에 대해 고려하고 있으며, 이 구조에서 IPv4/IPv6 전환 메커니즘들이 어떻게 적용되어 서비스될 수 있는지에 알아보기 위해, 서비스 구조와 각 구성요소들의 역할에 대해 살펴보았다. 앞으로 홈게이트웨이/홈서버에서 이러한 기술을 적용하여 구현하고, 시험 운용 등을 통해 검증하는 과정들이 필요하다.

참고문헌

- [1] 이영로, 나영인, "홈 네트워크와 IPv6," 한국통신학회지 (정보통신) 제 21 권 3 호, 66~80 쪽, 2004.03.
- [2] 박광로 외 6 인, "홈네트워크 미들웨어 기술 및 표준화동향", 전자통신동향 분석, 제 19 권 5 호, 2004. 10.
- [3] 박광로, "IT839 전략표준화 : 홈네트워크," pp 78-84.
- [4] 김용진, "IPv4/IPv6 변환기술," 정보통신 및 기술표준동향, TTA 저널 제 79 호.
- [5] 김형준, "IPv6 표준화 동향 및 IPv4/IPv6 전환 기술," TTA 저널 제 91 호.
- [6] RFC 1933 Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers, R. Gilligan, R. Gilligan, April 1996.
- [7] RFC 2765 Stateless IP/ICMP Translation Algorithm (SIIT), E. Nordmark, February 2000.
- [8] RFC 2766 Network Address Translation - Protocol Translation (NAT-PT), G. Tsirtsis, Campio Communications, February 2000.
- [9] RFC 2767 Dual Stack Hosts using the "Bump-In-the-Stack" Technique (BIS), K. Tsuchiya, H. Higuchi, Y. Atarashi, February 2000.
- [10] RFC 3338 Dual Stack Hosts Using "Bump-in-the-API" (BIA), S. Lee, M-K. Shin, Y-J. Kim, E. Nordmark, A. Durand, October 2002.
- [11] RFC 3142 An IPv6-to-IPv4 Transport Relay Translator, J. Hagino, K. Yamamoto, June 2001.
- [12] RFC2529 Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels, B. Carpenter, C. Jung, March 1999.
- [13] RFC 3056 Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds(6to4), B. Carpenter, K. Moore, February 2001
- [14] Dual Stack Transition Mechanism (DSTM) draft-ietf-ngtrans-dstm-07.txt.
- [15] RFC 3053, IPv6 Tunnel Broker, A. Durand, P. Fasano, I. Guardini, CSELT S.p.A., D. Lento, January 2001
- [16] Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP) draft-ietf-ngtrans-isatap-24.txt.
- [17] Teredo: Tunneling IPv6 over UDP through NATs, draft-huitema-v6ops-teredo-05.txt C. Huitema, April 5, 2005.