

IPv4/IPv6 변환기술



김용진 • 한국전자통신연구원 차세대인터넷표준연구팀장
IPv6 포럼코리아 의장

1. 서론

2001년 말 차세대인터넷 망(IPv6)과 현재의 인터넷 망(IPv4)을 자연스럽게 연동시켜 주는 IPv4/IPv6 차세대인터넷 주소 및 프로토콜 변환장치가 한국전자통신연구원(ETRI) 차세대인터넷표준연구팀에 의해 개발됐다. 이것은 IPv6 망의 도입에 가장 큰 걸림돌이었던 기존 IPv4 망과의 연동 및 호환문제를 국내기술로 해결한 것으로서, 차세대인터넷 망의 단말들과 현재의 인터넷 망의 단말들에는 아무런 수정없이, 두 망 사이에 위치한 IPv4-IPv6 변환기 하나만으로 연동 및 호환을 가능하게 하는 첨단기술이다.

128 비트의 주소체계를 사용하는 IPv6는 차세대인터넷을 구축하기 위한 가장 핵심적인 기술로서 풍부한 주소공간을 활용하여 많은 수의 이동전화, 가전제품 등 Post-PC 디바이스의 인터넷 접속시에 예상되는 주소고갈 문제를 근본적으로 해결하면서 플러그앤플레이 방식의 편리한 인터넷 제공과, 이동성 지원, 보안기능 강화, 서비스 품질보장 등 다양한 기능을 제공할 수 있도록 설계된 차세대인터넷 프로토콜이다.

그러나 국내외로 실제 망 사업자(ISP)들이 현재 인터넷 주소방식인 IPv4의 주소고갈을 목전에 두고서도 IPv6 주소방식의 도입을 미루는 이유는 기존의 IPv4방식과의 호환 및 연동이 제대로 지원되지 않았기 때문이다.

따라서 이번에 국내에서 개발된 IPv4/IPv6 주소 및 프로토콜 변환기술은 국내외 IPv6 망 구축 및 도입시기를 한 단계 앞당길 것으로 전망되는데 이러한 시점에서 IPv4/IPv6 변환기술의 국내외 표준화동향 및 현황을 살펴보고 국내 추진방향에 대해 기술하고자 한다.

2. IETF 표준화동향 및 현황

2.1 개요

IPv6에 대한 표준화는 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 진행되고 있는데 IETF는 인터넷 관련 표준화를 위해 그 산하에 9개의 기술영역(Area)을 두고 각 영역 내에 여러 개의 Working Group(WG)으로 나누어 표준화를

담당하고 있다. IPv6 기술 관련 표준화는 여러 WG에 걸쳐 진행되고 있는데 그 중 IPv6 WG에서 IPv6와 관련된 핵심프로토콜을 정의하고 있으며 NGtrans WG에서 IPv4에서 IPv6로의 전환에 필요한 전환기술에 대해 정의하고 있다.

NGtrans WG은 1996년부터 표준화작업을 시작했으며, 현재 IPv4와 IPv6간의 표준 변환기술 및 시나리오에 관한 연구와 6bone (IPv6 backbone) 관리 및 운영에 관한 작업을 진행하고 있다. 6bone은 IPv6를 동작하고 실험하기 위한 국제적인 실험망으로서 현재 53개국에서 1000개 이상의 기관단위의 사이트가 운영되고 있으며, 6Bone 최상의 prefix인 pTLA(pseudo Top Level Aggregator)도 세계적으로 100개 이상 할당되어 운영되고 있다.

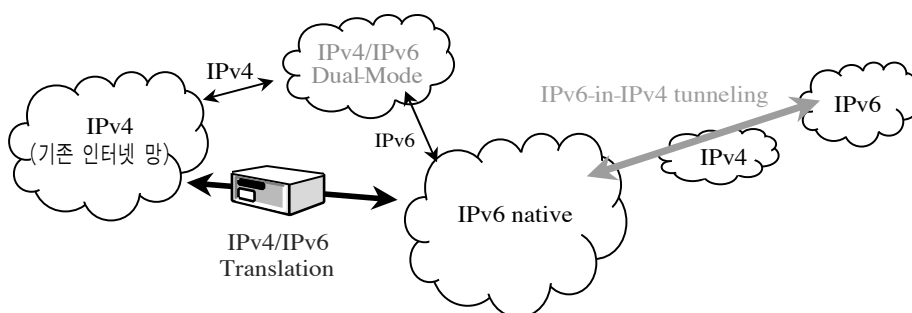
현재 NGtrans WG은 아래와 같은 제약사항을 고려하면서 기존 IPv4에서 IPv6로의 자연스러운 이전을 지원해주는 IPv6 전환 메커니즘에 대한 표준화를 수행하고 있다.

- IPv6는 IPv4와 자연스럽게 호환(변환)되지는 않는다.
- 현재 수천만개의 호스트가 IPv4방식으로만 동작중이다.
- 상당기간 IPv4와 IPv6는 상호 공존(co-exist)할 것이다.

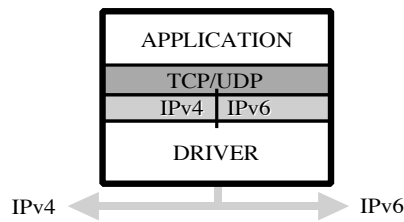
즉, 새로 구축될 IPv6 망은 IPv4/IPv6 듀얼 (dual)망, 혹은 IPv6 전용(native)망 형태로 구성될 것이며, 이는 각각 현재의 6Bone과 같은 형태이거나, 혹은 고립망(isolation network)같은 예를 들 수 있다. 이때 IPv6 망과 외부의 다른 IPv6 망, 혹은 IPv4 망과의 통신을 위해서는 [그림 1]과 같은 IPv4와 IPv6 망이 혼재한 시나리오가 가능하며, 이러한 IPv4와 IPv6가 상호 공존하는 망 상에서 두 망간의 통신이 자연스럽게 이루어지도록 하는 기술이 바로 IPv6 전환 메커니즘들이다.

현재까지 Ngtrans WG에서 표준화되고 있는 IPv6 전환 메커니즘을 적용되는 환경에 따라 구분하면, 호스트와 라우터와 같은 장비에서는 IPv4/IPv6 듀얼스택을 구성하는 방식이 가장 기본적인 IPv6 전환방법이며, 게이트웨이에서는 IPv6 전용 호스트가 IPv4 전용 호스트와 통신하기 위해 IPv4/IPv6 변환(translation)기술이, 망 관점에서는 IPv6 호스트가 타 망의 IPv6 호스트와 통신하고자 할 때 이 망 사이에 IPv4 망이 존재한다면, IPv6-in-IPv4 터널링 기술들이 사용될 전망이다. 이를 그림으로 기술하면 [그림 2]와 같으며 그 메커니즘들을 기능에 따라 표준 규격 별로 분류하면 다음과 같다.

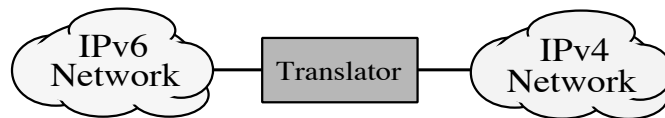
- 기본 IPv6 전환 메커니즘
 - IPv4/IPv6 듀얼스택 [1]
 - IPv6-in-IPv4 터널링 [1]



[그림 1] IPv4/IPv6 전환 시나리오 구성도



(가) 호스트-라우터 관점 - IPv4/IPv6 듀얼스택



(나) 게이트웨이 관점 - IPv4/IPv6 변환



(다) 망 관점 - IPv6-in-IPv4 터널링

[그림 2] IPv6 전환기술 분류

- IPv4/IPv6 변환(translation) 메커니즘
 - NAT-PT(Network Address Translation Protocol Translation) [4]
 - SIIT(Stateless IP/ICMP Translation) [5]
 - TRT(Transport Relay Translator) [6]
 - SOCKS 게이트웨이 [7]
 - BIS(Bump-in-the-Stack) [8]
 - BIA(Bump-in-the-API) [9]
- 향상된 터널링 메커니즘
 - 6to4 [10]
 - 터널 브로커(Tunnel Broker) [11]
 - DSTM(Dual Stack Transition Mechanism) [12]
 - ISATAP(Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol) [13]

2.2. IPv4에서 IPv6로의 전환을 위한 기술

2.2.1 IPv4/IPv6 듀얼스택

IPv6 노드가 IPv4 전용 노드와 호환성을 유지하는 가장 쉬운방법은 IPv4/IPv6 듀얼스택을 제공하는 것이다. IPv6/IPv4 듀얼스택 노드는 IPv4와 IPv6 패킷을 모두 주고 받을 수 있는 능력이 있다. IPv4 패킷을 사용하여 IPv4 노드와 직접 호환이 되고 또한, IPv6 패킷을 사용하여 IPv6 노드와 직접 호환이 된다 ([그림 2] (가) 참조).

■ 듀얼스택 노드의 주소설정

IPv4/IPv6 듀얼스택 노드는 두 프로토콜을 모두 지원하기 때문에 IPv4 주소와 IPv6 주소로 모두 설정할 수 있다. IPv4/IPv6 듀얼

스택 노드는 IPv4 메커니즘(예; DHCP)을 사용하여 그 IPv4 주소를 얻고, IPv6 프로토콜 메커니즘(예; 상태 비보존형 주소 자동 설정)을 사용하여 해당 IPv6 전용 주소를 얻을 수 있다.

■ 듀얼스택 노드의 DNS 이름 해석

DNS는 호스트 이름과 IP 주소간 매핑을 위해 IPv4와 IPv6에 모두 사용된다. AAAA라는 DNS 리소스 레코드 유형이 IPv6 주소를 위해 사용된다. IPv4/IPv6 듀얼스택 노드는 IPv4 및 IPv6 노드와 직접 호환될 수 있어야 하므로 IPv4 A 레코드는 물론이고, IPv6 AAAA 레코드도 처리할 수 있는 주소해석기 라이브러리(DNS Resolver Library)를 제공해야 한다. IPv4/IPv6 듀얼스택 노드의 DNS 주소해석기 라이브러리는 AAAA와 A 레코드를 모두 처리할 수 있어야 한다. 하지만, IPv6 주소를 가진 AAAA 레코드와 IPv4 주소를 가진 A 레코드를 조회할 경우 주소해석기 라이브러리는 그 노드와의 통신에 사용되는 IP 패킷 버전에 영향을 미치기 위해 응용에 반환된 결과를 필터링하거나 순서를 정할 수 있다.

주) IPv6를 위한 새로운 레코드 유형인 A6는 현재 실험용(RFC experimental)으로 한정되어 사용될 예정임으로 언급하지 않는다.

2.2.2 IPv6-in-IPv4 터널링

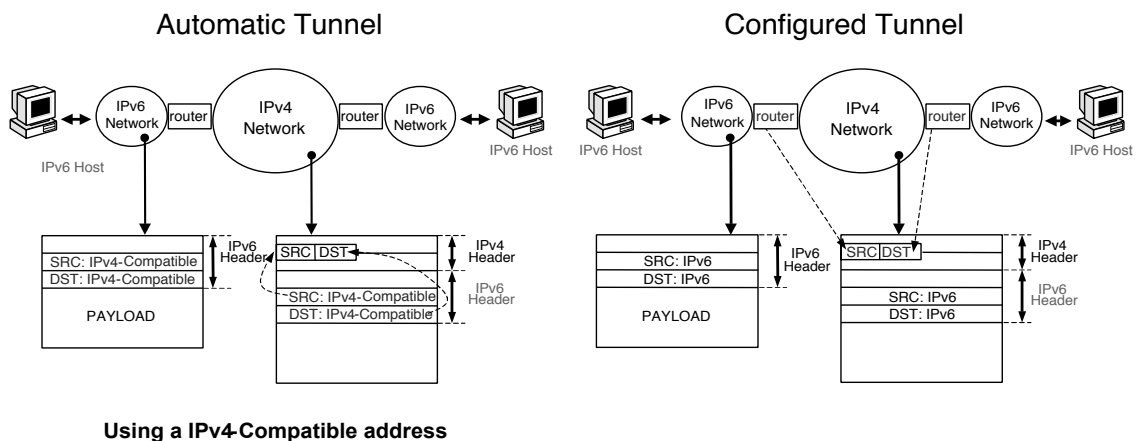
IPv6/IPv4 호스트와 라우터는 IPv6 데이터그램을 IPv4 패킷에 캡슐화하여 IPv4 라우팅 토폴로지 영역을 통해 터널링할 수 있다. 터널링은 기존의 IPv4 라우팅 인프라를 활용하여 IPv6 트래픽을 전송하는 방법을 제공한다. IPv6-in-IPv4 터널링 방법은 크게 설정 터널링(configured tunneling) 방식과 자동 터널링(automatic tunneling) 방식으로 구분된다.

■ 설정 터널링

6Bone에서 주로 사용하는 방법으로 두 라우터간(혹은 호스트간)의 IPv4 주소를 통해 매뉴얼하게 정적으로 터널을 설정하는 방식([그림3] 설정 터널링 참조).

■ 자동 터널링

IPv4-호환(IPv4-compatible) 주소를 이용하여 매뉴얼한 설정없이 IPv4 구간을 통과할때면 IPv4 호환 주소에 내포되어 있는



[그림 3] 설정 터널링과 자동 터널링 방법

IPv4 주소를 통해 자동으로 터널링을 하여 주는 방식([그림 3] 자동 터널링 참조).

주) 최근에는 IPv4 호환 주소를 이용한 자동 터널링 방식보다는 6to4[10] ISATAP[13]과 같은 향상된 자동 터널링 방식을 더 선호한다.

2.2.3 IPv4/IPv6 변환 메커니즘 개요

IPv4에서 IPv6로 전환하는 초기 단계에서는 소규모의 IPv6 사이트가 대규모의 IPv4 인터넷에 연결되는 모양이 될 것이며, 반면에 전환 마지막 단계에서는 소규모의 IPv4 사이트가 대규모의 IPv6 인터넷에 연결되는 구조를 갖게 될 것이다. 따라서 IPv4 망과 IPv6 망이 혼재한 상황에서 IPv4 전용 호스트와 IPv6 전용 호스트간의 직접 통신을 가능케 하는 IPv4/IPv6 변환 메커니즘들이 상당기간 요구될 것이다.

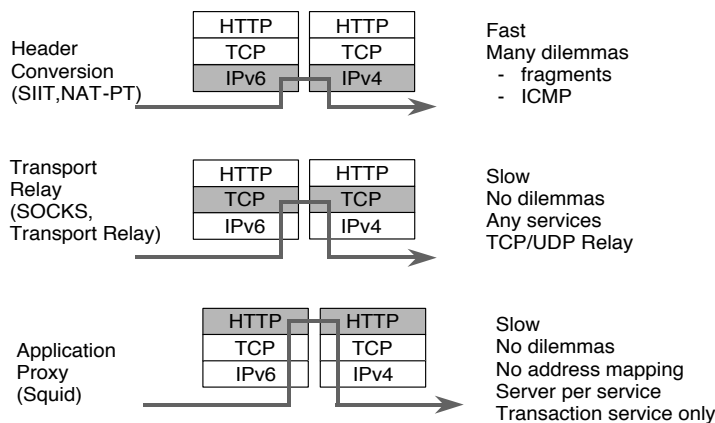
IPv4-IPv6간 변환기술은 변환되는 계층에 따라 아래와 같이 분류된다([그림 4] 참조).

- 헤더 변환(Header Conversion) 방식
- 수송계층 릴레이(Transport Relay) 방식
- 응용계층 게이트웨이(ALG-Application

Level Gateway) 방식

(1) 헤더 변환방식

헤더 변환은 IPv6 패킷 헤더를 IPv4 패킷 헤더로 변환하는 것, 또는 그 역순의 변환 및 필요하다면 체크섬을 조정(또는 재계산)하는 것을 가리킨다. 헤더 변환은 IP 계층에서의 변환으로, IPv4 패킷을 IPv6 패킷, 또는 그 반대로 변환하는 규칙은 SIIT[5]에서 정의하고 있다. NAT-PT[5-4]는 SIIT에 기반을 둔 헤더 변환방식의 전형적인 예이다. 헤더 변환은 다른 방식에 비해 속도가 빠르다는 장점이 있는 반면, NAT(Network Address Translator)와 마찬가지로 IP계층 변환에 따른 제약점을 가지고 있다. 대표적인 제약점으로 DNS, ALG, FTP와 같이 응용프로토콜에 내장된 IP계층 주소변환의 어려움을 들 수 있으며, 이를 위해 DNS, FTP ALG와 같은 별도의 응용 게이트웨이를 추가로 구현하여야 한다. 더욱이 IPv4-IPv6 헤더 변환시, IPv4 패킷은 여러 개의 IPv6 패킷으로 프래그먼트 되는데, 이는 IPv6의 헤더 길이가 IPv4의 헤더보다 일반적으로 20바이트 더 크기 때문이다. 또한 모든 ICMP의 시맨틱을 ICMPv6의 시맨틱과 상호 교환할 수 없다.



[그림 4] IPv4/IPv6 변환계층에 따른 방법

(2) 수송계층 릴레이 방식

수송 릴레이는 {TCP, UDP}/IPv4 세션과 {TCP, UDP}/IPv6 세션을 중간에서 릴레이하는 것을 가리킨다. 이 방법은 수송계층에서 변환하는 방식으로, 예를 들면 전형적인 TCP 릴레이 서버는 다음과 같이 작동한다. 즉, TCP 요청이 릴레이 서버에 도착하면, 네트워크 계층은 목적지가 서버의 주소가 아닐지라도 TCP 요청을 TCP 계층으로 일단 전달한다. 서버는 이 TCP 패킷을 받아 발신 호스트와 TCP 연결을 한다. 그 다음 서버는 실제 목적지로 TCP 연결을 하나 더 만든다. 두 연결이 구축되면 서버는 두 연결 중 하나에서 데이터를 읽어서 데이터를 나머지 하나의 연결에 기록한다. 수송 릴레이에는 각 세션이 IPv4와 IPv6에 각각 밀폐되어있기 때문에 프로그래밍이나 ICMP 변환과 같은 문제는 없지만 응용 프로토콜에 내장된 IP 주소의 변환과 같은 문제는 여전히 남아있다. 대표적인 수송계층 릴레이 방식으로는 TRT[6]와 SOCKS[7] 게이트웨이 방식이 있다.

(3) 응용계층 게이트웨이(ALG) 방식

트랜잭션 서비스를 위한 ALG는 사이트 정보를 숨기고 캐시 메커니즘으로 서비스의 성능을 향상시키기 위해 사용된다. ALG가 IPv4 및 IPv6 두 프로토콜을 모두 지원하는 경우에는 두 프로토콜 간에 변환 메커니즘이 사용될 수 있다. 이 방법은 응용계층에서 변환하는 방식으로, 각 서비스는 IPv4와 IPv6에 밀폐되어 있기 때문에 헤더 변환에서 나타나는 단점은 없지만, 각 서비스를 위한 ALG는 IPv4와 IPv6 모두에서 실행될 수 있어야 한다. 대표적인 ALG 방식의 예는 IPv4/IPv6 웹 프록시인 SQUID 등을 들 수 있다.

2.2.4 향상된 터널링 메커니즘

(1) 6to4 [10]

6to4는 하나 이상의 유일한 IPv4 주소를 가지고 있는 IPv6 전용 사이트에 “2001:IPv4주소::/48” 단일 IPv6 프리픽스를 할당하여 외부 IPv6 네트워크와 자동 터널링을 가능하도록 하는 메커니즘을 가리킨다. 6to4의 목적은 순수 IPv6을 지원하지 않는 광역 네트워크에 연결되어 있는 고립된 IPv6 사이트나 호스트가 자동 터널링 방식을 통해 다른 IPv6 도메인이나 호스트와 통신하도록 하는 것이다. 이 방식을 사용하여 연결된 IPv6 사이트나 호스트는 IPv4 호환 주소 또는 설정 터널링을 필요로 하지 않는다.

(2) TB(Tunnel Broker) [11]

현재, 대부분의 6Bone 네트워크는 수동으로 설정된 터널을 사용하여 구축된다. 이 방법의 단점은 네트워크 관리자의 관리작업이 지나치게 많다는 점이다. 관리자는 각 터널마다 광범위한 수동설정을 수행해야 한다. 이 관리 오버헤드를 줄이려는 방법중의 하나가 바로 터널 브로커 메커니즘이다. 터널 브로커(Tunnel Broker) 개념은 터널 브로커라는 전용 서버를 구축, 사용자의 터널 요청을 자동으로 관리하는 방법이다. 이 방법은 IPv6로 연결된 호스트의 성장을 촉진시키고 초기 IPv6 네트워크 제공자들이 그들의 IPv6 네트워크에 쉽게 접근할 수 있도록 해주는 데 유용할 것으로 예상된다.

(3) DSTM [12]

IPv6의 초기 배치에는 IPv6 네트워크 내에서 IPv6와 IPv4의 호환을 지원하는 IPv4 주소를 철저히 사용해야 한다. 노드는 IPv6로 배치할 수 있지만 IPv4와 IPv6를 모두 지원하는 듀얼 IP계층이 없는 IPv4 노드와 통신할 필요도 있다. 듀얼스택 전환 메커니즘(Dual Stack Transition

Mechanism, DSTM)은 임시(temporary)의 글로벌 IPv4 주소를 IPv6 노드에 제공하는 방법과, IPv6 네트워크 내에서 동적 터널을 사용한 IPv4 트래픽 전송, 그리고 이 전환 메커니즘에 필수적인 지원 인프라에 대해 정의된 일련의 프로세스와 아키텍처를 제공한다. DSTM은 필요한 경우 IPv4 주소를 듀얼 IP계층 호스트에 지정한다. 그러면 IPv6 호스트가 IPv4 전용 호스트와 통신할 수 있게 되거나 IPv4 전용 응용이 IPv6 호스트에서 수정되지 않고 실행될 수 있다. 이 할당 메커니즘은 IPv6 패킷 내부에서 IPv4 패킷의 동적 터널링을 수행하고, IPv6 네트워크의 DSTM 도메인 내에서 IPv4 순수 패킷의 노출을 억제하는 능력과 연관되어 있다. 그리고 IPv6 라우팅 테이블만 있으면 라우터가 IPv6 네트워크를 통해 IPv4 패킷을 이동할 수 있으므로 IPv6 배치의 네트워크 관리가 간단하다. 말하자면, 네트워크 관리자가 DSTM에 대해서는 라우팅 가능한 IPv4 주소 계획을 구현할 필요가 없다.

(4) ISATAP [13]

ISATAP (Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol)은 주로 IPv4 기반의 인터넷에서 IPv6 노드를 점증적으로 배치할 수 있는 간단하고 확장성있는 방법을 제공한다. ISATAP은 64비트 EUI-64 인터페이스 식별자와 표준 64비트 IPv6 주소 프리픽스를 포함하는 통합 가능 글로벌 유니캐스트 주소 포맷을 기반으로 한다. 이 접근법은 IPv6 게이트웨이와 공통 데이터링크를 공유하지 않는 듀얼스택 노드가 사이트 내에서 IPv4 라우팅 인프라를 통해 IPv6 메시지를 자동으로 터널링함으로써, 글로벌 IPv6 네트워크에 결합할 수 있도록 한다. ISATAP 주소 자동설정을 위하여 두 가지 오프링크 IPv6 게이트웨이의 자동 탐색방법이 제공된다. 이 접근

법에서는 전체 사이트에서 하나의 IPv6 주소 프리픽스가 사용되므로, 보더 게이트웨이에서 통합 확장 문제 없이 대규모 사이트내 배치가 가능하다.

2.3 제52차 IETF NGtrans WG 표준화회의 요약

현재 노키아의 Bob Fink, 마이크로소프트사의 Tony Hain 그리고 썬 시스템즈의 Alain Durand이 NGTrans WG의 공동 의장을 맡고 있으며, 2001년 12월 미국 솔트레이크 시티에서 개최된 최근 IETF 표준화 회의에서의 NGtrans 표준화 활동을 요약하면 다음과 같다.

먼저, “Survey of IPv4 Addresses in Currently Deployed IETF Standards”라는 주제로 기존 IPv4 기반의 RFC들을 조사하여 IPv6로의 전환과 관련된 분석내용에 대한 소개가 있었으며 Alan Durand은 “IPv6 DNS Integration”이라는 타이틀로 IPv6와 IPv4이 혼합된 듀얼스택 환경에서 DNS 통합에 관한 이슈를 제안하였다. 이를 위해서는 루트 DNS 서버는 IPv4와 IPv6를 모두 지원하지만 그렇지 않은 중간 서버들을 위해 브릿징 시스템이 필요하며, 각 노드들은 IPv4와 IPv6 모두에 대해 DNS 질의가 가능하여야 한다. 이 논제에 대해 본 WG에서 합의가 이루어지면 DNS extension WG에서 디자인팀을 구성하여 브릿징 시스템을 작업하기로 하였다. 계속하여 Alain Durand은 ip6.int에서 ip6.arpa로 역 DNS 루트를 옮기는 것을 제안하였다.

일본의 IIJ는 “IPv6 SMTP operational requirements” 문서는, 이미 WG last call은 끝났으나 IESG가 SMTP의 review를 받을 것을 제안하여 그 부분에 대한 review 사항을 발표하였고, 추후 application area의 의견을 받아 마무리 짓기

로 결정하였다. 또한, Dirk Ooms과 Alain Durand이 공동으로 제안한 “Connecting IPv6 Islands across IPv4 Clouds with BGP”는 BGP (Border Gateway Protocol)를 사용하여 IPv6 망에서 IPv4 망을 자동 터널하는 방법을 제안한 것으로 추가 작업 후 last call을 결정하기로 하였다. DSTM과 관련해서는 주소할당 부분을 필수 항목으로 하지않고 다양한 방법을 수용하도록 한다는 주 내용을 포함하는 DSTM 05 버전의 수정 사항을 발표하였고, ISATAP 관련해서는 ISATAP 라우터를 찾기 위해 에니캐스트를 사용하는 방법을 제안하였으나 차후 이메일을 통해 더 논의하기로 하였다.

ETRI에서 발표한 “Dual Stack Hosts using “Bump-in-the-API(BIA)”는 IPv6 단말에서 기존의 IPv4 응용을 실행할 수 있도록 하는 기술로 BIA 01 버전에 관한 추가 수정사항을 발표하였고, 수정된 02 버전으로 WG last call을 결정하기로 하였다. 또한 ETRI에서 발표한 “Application Aspect of IPv6 Transition”은 IPv6 전이를 위한 응용 전환에 관한 내용을 다루었는데 이는 application area와의 논의를 거쳐 작업을 계속 진행하기로 하였다.

프랑스 알카텔은 “Dual Stack deployment using DSTM and neighbour discovery”라는 이슈로 DSTM에서 ND를 이용하는 방식을 새로 제안하였고, 일본의 히다찌는 BIS의 멀티캐스트 확장인 mBIS에 대해 발표하였으며, Hiroki Ishibashi는 MPLS 망에서 IPv6 터널 등을 구성하여 트래픽 엔지니어링 등을 지원하도록 하는 방안을 제안하였으나 위 3편의 기고서는 모두 워킹그룹 드래프트로 채택되지 못하였다.

본 회의는 NGTrans WG의 새로운 정관에 대한 논하였으며, 지금까지는 주로 전환을 위한 메커니즘과 툴 개발에 주력했다면, 앞으로는 그 기

술들을 기반으로 한 시나리오와 실제 망의 전환을 위한 작업에 목표를 두기로 하고 회의를 종료했다.

3. 국내 표준화 활동

IPv6는 국내에서 1996년경부터 한국전자통신 연구원에서 그 기초기술 연구가 시작되었으며, IPv6 개발과 연구촉진 등을 목표로 하는 국내 시험망인 6Bone-KR 망을 구축하고 국제 실험망인 6Bone에 연결하는 작업이 1997년부터 시작됨으로써, 국내외 표준화를 수행하기 위해 필수적인 시험망 구축 등의 제반 환경이 조성되었다. 1998년에는 6Bone의 최상위 주소인 pTLA (psuedo Top Level Aggregator)를 ETRI/KR, 3ffe:2e00::/24 prefix로 할당받아 이를 기반으로 국내 시험망 진화를 체계적으로 추진중에 있다. 현재 6Bone-KR의 구축상황은 ETRI를 중심으로 ICU, 숭실대, 동국대, 건국대와 같은 교육기관을 중심으로 연결되어 있으며, 국외 6TAP에도 APAN 망을 통해 연결되어 있다. 또한 1999년부터 한국통신, ETRI, 데이콤, 하나로 등 11개 기관에서 현재까지 /35 Prefix 공식 주소블록을 12개 할당받아 IPv6 Native 망 구축작업도 진행하고 있다.

IPv4 망을 단시간에 IPv6로 전환할 수 없기 때문에, IPv4에서 IPv6로 전환되는 과도기에 사용되는 기술들이 개발이 요구되는데, IPv6포럼코리아 등을 중심으로 국내 IPv6 도입을 위한 전략수립과 국내 환경에 적합한 IPv4/IPv6 변환기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. IPv6포럼코리아는 국내 IPv6 도입을 앞당기고 IPv6 망 구축 및 운영의 주체들이 상호 협력과 향후 전개전략을 협의하기 위해 2002년 3월에 설립되었으며

현재, 60여 개 기관이 참여하여 이동통신, 정보가전, 응용 등의 분야에서의 IPv6 적용기술 개발 및 표준화에 대한 협력과 토론을 진행하고 있다.

또한 IPv6포럼코리아 회원사들인 ETRI, SK텔레콤, (주)아이투스소프트 및 (주)오피콤이 공동으로 IPv4/IPv6 변환기술 개발과제를 2000년 2월부터 시작하였으며 이를 통해 개발된 기술들을 바탕으로 2001년부터 IETF의 IPv6 및 NGtrans, Zeroconf 등의 WG에서 활발한 표준화활동을 하고 있다. 특히 2001년 3월 미네아폴리스에서 열린 제 50차 IETF 회의에서 ETRI가 개발, 제안한 “BIA를 이용한 Dual Stack Host 기술”과 “Dual Stack 변환 메커니즘(DSTM) 확장기술”에 기반한 표준초안 2건이 NGtrans(Next Generation Transition) 워킹그룹의 ‘워킹그룹 드래프트 문서’로 공식 채택됨으로써, 국내 최초로 IETF 워킹그룹 작업을 통한 인터넷 국제표준(RFC; Request For Comment)을 얻어낼 것이 확실시되고 있다. 현재 IETF 인터넷 표준 문서인 RFC는 약 3,100여 건으로, 그 대부분은 인터넷 중주국인 미국의 기업들이 작성하였고, 영국, 프랑스, 일본 등이 그 뒤를 따르고 있다. 일본의 경우도 작년에서야 처음으로 RFC 표준문서를 채택받은 바 있으며, 현재까지 등록된 일본의 RFC 표준은 모두 3건에 불과하다. 그간 국내에서는 수년동안 IETF 회의에 참석은 하여 왔으나, RFC로 채택되는 데에는 번번히 실패해 왔었다. 국내에서는 지난 93년에 한글 관련하여 개인문서로 제안하여 등록된 “인터넷 메시지를 위한 한글문자 인코딩” 표준 RFC1557이 유일한 상황인데 금번 채택된 2건의 변환기술은 WG 작업을 통해 드래프트로 채택되었고 세계 각국이 모두 사용하게 되는 기술이어서 명실상부한 국제표준이라 할 수 있다. 금번 변환기술들은 2 ~ 3차례의 공식회의를 통해 수정을 거친 후 2002년 상반기쯤 공식 RFC로

채택, 국내 최초의 워킹그룹 RFC가 될 것이 확실시 된다.

또한 이미 IETF에서 RFC화 된 문서들에 대해 한글화 작업을 통해 TTA 단체 표준화를 수행하고 있으며 2001년 12월 현재 표준화된 문서는 아래와 같다.

- TTA.IF-RFC1883 : IPv6 규격 표준, 1997-07-30
- TTA.IF-RFC1884 : IPv6의 주소체계 표준, 1997-07-30
- TTA.IF-RFC1885 : IPv6를 위한 인터넷 제어메시지 프로토콜 표준, 1997-07-30
- TTA.IF-RFC1886 : IPv6 지원을 위한 도메인 이름 시스템 확장 표준, 1997-07-30
- TTA.IF-RFC1887 : IPv6 유니캐스트 주소 할당 구조 표준, 1997-07-30
- TTA.IF-RFC1897 : 인터넷 IPv6의 시험주소 할당 표준, 1998-10-27
- TTA.IF-RFC1972 : 이더넷상의 IPv6의 패킷 전송방법 표준 A METHOD FOR THE TRANSMISSION OF IPv6 PACKETS OVER ETHERNET , 1998-10-27
- TTA.IF-RFC2019 : FDDI 망 상의 IPv6의 패킷 전송방법 표준 A MTEHOD FOR THE TRANSMISSION OF IPv6 PACKETS OVER FDDI NETW , 1998-10-27
- TTA.IF-RFC2023 : PPP 망상의 IPv6의 패킷 전송방법 표준, 1998-10-27

4. 국내 추진 전략

우리나라가 IPv6를 도입해야 하는 이유는 IPv6를 기반으로 해서 수많은 비즈니스를 창출하고 이를 통해 인터넷 강국으로 부상하기 위한

것임을 고려해서 다소 국가적인 차원에서 전략적인 접근방법이 필요하며 또한 기술적으로도 기존 IPv4 환경으로부터 자연스럽게 진화를 이룰 수 있도록 해야 한다. 국내 IPv6를 조기에 도입하고 활성화시키기 위해 고려해야 할 사항들은 다음과 같이 정리할 수 있다.

● 국내 IPv6 도입을 위한 단계별 전략수립

일본은 이미 작년에 모리 총리가 일본내에 IPv6 도입의지를 명백히 표명함으로써 ISP, 개발업체, 서비스업체들로 하여금 체계적인 도입 일정을 수립할 수 있도록 했으며, 국가적인 차원에서 협의회의 구성 및 운영을 지원하고 있다. 국내에서도 올해 3월 정보통신부 장관이 IPv6의 도입의지를 밝혔으며 IPv6포럼코리아를 활용해 국내 도입을 위한 발판을 마련하고 있다. 그러나 이제 본격적인 도입을 위해 연구개발에서 표준화, 도입전략 수립, 확산 등을 총괄적으로 관장할 IPv6 센터의 구성 및 운영이 바람직할 것으로 보인다.

● IPv6 국내주소 할당체계 정립

현재 국내 여러 대규모 기관에서 APNIC으로부터 정식 IPv6 주소를 할당받고 있지만, IPv6 주소공간을 소규모 ISP에게 재할당하기 위한 전략 등을 준비하지 못한 실정이다. 이와 같은 재할당은 각 기관별로 자율적으로 수행되어야 할 사항이지만, 인터넷 트래픽의 라우팅 설정 및 멀티호밍 등 최근 이슈와 맞물려 통신망을 효율적으로 구축 및 관리할 수 있도록 주소할당 전략 및 방안을 수립해 놓아야 한다. 또한, 국가적인 재할당 원칙의 수립도 요구되며 무엇보다도 망 관리 등의 분야에 어떻게 IPv6 기술들이 활용될 수 있는지 체계적인 연구가 수반되어야 할 것이다.

● IPv6 관련 핵심기술 개발

IPv6 기술도입의 목적이, 이를 통해 인터넷 정보강국으로서의 입지를 강화하는 것임을 고려하여 이와 관련된 체계적인 기술개발과 기술력 확보를 염두에 두어야 한다. 핵심기술은 크게 IPv6 자체 기술과 IPv4 및 IPv6간의 연동 및 변환기술로 나누어 볼 수 있으며, IPv6 관련해서는 DNS, DHCP, 자동설정, 멀티캐스트 등 기초기술과 API, QoS, VPN 등 미들웨어 및 응용지원 기술, 그리고 응용기술, 라우터, 호스트, 서버 등 장치기술과 망 관리기술 등의 개발이 요구된다.

변환기술과 관련해서는 IPv4와 IPv6 망이 공존하는 기간동안, 기존 IPv4 망과 IPv6 망과의 상호 연동을 위해 라우터/게이트웨이에서 IP주소를 매핑해 주는 변환장치 및 각 단말에서 새로운 API의 개발없이 기존 IPv4 응용을 사용하도록 해 주는 변환모듈 등의 개발이 요구된다. 이와 같은 변환기술은 다양한 환경에 적용될 수 있도록 다양하게 개발되어야 하며, 국내 망의 진화방향과도 밀접하게 연계되어 연구가 진행되어야 할 것이다. 이러한 기술들에 대한 전략적 개발을 위해 국가주도형의 대형 과제의 운영이 요구된다.

● IPv6 시험망 운용 및 시범서비스의 확산

IPv6 시험망 및 시범망을 운용하여 IPv6가 안정적으로 상용화될 수 있도록 사전에 제반사항들을 점검해 보아야 하며, 특히 많은 시범서비스를 개발 및 운용해 봄으로써 IPv6로의 원활한 전환이 이루어질 수 있도록 해야 한다. 이러한 망 및 서비스의 시범적 운용은 전환비용이 절감적인 관점에서도 매우 유용한 것이다.

● 국제표준화 활동강화

표준화는 경쟁력이며 개발제품에 대한 가장 확실한 시장확보 방법임을 고려할 때 기술개발과 병행해 활발한 국제표준화 활동참여가 요구된다.

이를 위해 표준화 전문가의 욕성이 필요하며 전문가 욕성에 장기간의 시간이 소요됨을 고려할 때 지속적인 투자가 있어야 한다.

● 국내 포럼 활동을 통한 IPv6 진흥강화

2000년 3월 발족해 국내 IPv6의 발전을 위해 활발히 활동하고 있는 IPv6포럼코리아의 활동강화를 통해 산업체, 연구소, 학계가 IPv6 관련 기술개발, 표준화, 교육, 홍보, 진흥 등 제반 활동에 시너지 효과를 낼 수 있도록 지속적인 국가지원과 활발한 운영이 필요하다.

● IPv6를 필요로 하는 새로운 환경 개발

IMT-2000에서의 인터넷 서비스 문제 및 가전제품의 인터넷 접속을 해결하는 방안으로 IPv6 주소도입이 가능하며, 이 경우 IPv6 이전을 더 앞당기는 것도 가능해질 수 있다. 그러므로 많은 IP 주소를 필요로 하는 새로운 시장환경을 찾고, 그에 맞도록 IPv6 관련 기술들을 발전시켜 나가야 할 것이다. VoIPv6와 같은 분야도 하나의 예가 될 수 있는데 결론적으로 IPv6를 활용한 킬러 애플리케이션의 개발이 무엇보다도 강력히 요구된다.

참고문헌

1. Gilligan, R. and E. Nordmark, "Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers", RFC 2893, August 2000.
2. R. Callon, D. Haskin, "Routing Aspects Of IPv6 Transition", RFC 2185, September 1997
3. Kazuhiko YAMAMOTO et al., "Deployment and Experiences of the

- WIDE 6bone", INET98, 1998.
4. Tsirtsis, G. and P. Srisuresh, "Network Address Translation - Protocol Translation (NAT-PT)", RFC 2766, February 2000.
5. Nordmark, E., "Stateless IP/ICMP Translator (SIIT)", RFC 2765, February 2000.
6. J. Hagino, K. Yamamoto, "An IPv6-to-IPv4 transport relay translator, RFC 3142, June 2001
7. H. Kitamura, "A SOCKS-based IPv6/IPv4 Gateway Mechanism", RFC 3089, April 2001
8. K. Tsuchiya, H. Higuchi, Y. Atarashi, "Dual Stack Hosts using the "Bump-In-the-Stack" Technique (BIS)", RFC 2767, February 2000.
9. Seungyun Lee et al, "Dual Stack Hosts using "Bump-in-the-API" (BIA)" <draft-ietf-NGtrans-bia-01.txt>, November 2001, Work in Progress.
10. B. Carpenter, K. Moore, "Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds", RFC 3056, February 2001
11. A. Durand, "IPv6 Tunnel Broker", RFC 3053, January 2001
12. Jim Bound et al., Dual Stack Transition Mechanism (DSTM), <draft-ietf-NGtrans-dstm-05.txt>, November 2001, Work in Progress.
13. Fred L. Templin, "Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP)", <draft-ietf-NGtrans-isatap-02.txt>, November 2001 