

IPv6 망 전이를 위해 터널링 기술을 이용한

Recursive DNS 구성 모델 연구

김진석^o 서유화 이기영 신용태
송실대학교

{smics^o, zzarara, willlee04}@cherry.ssu.ac.kr, shin@computing.ssu.ac.kr

Study on Recursive DNS Composition Model Using Tunneling

Technic for IPv6 Network Transition

Jinseok Kim^o Yuhwa Seo Kiyoung Lee Yongtae Shin
Dept. of computing, Soongsil University

요 약

현재 전 세계는 IPv4 주소 자원의 고갈에 대비한 IPv6의 도입을 위해 국가 차원의 전략적인 노력을 기울이고 있으며, 이에 따라 IPv4망에서 IPv6망으로의 안정적인 전이를 위한 상호 운용기술이 지속적으로 개발되고 있다. 이러한 기술을 적용하기 위한 다양한 응용 프로그램의 운영을 위해서 IPv6 기반의 DNS 기술은 그 핵심적인 요소라 할 수 있다. 그러나 현재 IPv4로 이루어져 있는 환경에서 바로 IPv6 환경으로의 변경이 어렵기 때문에 IPv6 네트워크 환경으로의 전이 과정에서 발생하는 IPv4와 IPv6의 네트워크의 공존 환경에서 트래픽을 안정적으로 전달하기 위한 기술이 필요하게 되었다. 이런 IPv4와 IPv6 상호 운용 기술을 이용하여 본 논문에서는 IPv4와 IPv6가 혼재한 망에서 안정적인 IPv6 Recursive DNS를 구성하기 위하여 상호 운용 기술 중 터널링 기술을 이용한 IPv6 Recursive DNS 구성 방안을 제시하여 혼재한 IPv4와 IPv6 DNS를 운영하기 위한 구성모델을 제안한다.

에서는 IPv4와 IPv6가 혼재한 망에서 IPv6 Recursive DNS를 구성하기 위하여 터널링 기술을 이용한 IPv6 Recursive DNS 구성 방안을 제시한다.

1. 서 론

현재 전 세계는 IPv4 주소 자원의 고갈에 대비한 IPv6의 도입을 위해 국가 차원의 전략적인 노력을 기울이고 있으며, 이에 따라 IPv4망에서 IPv6망으로의 안정적인 전이를 위한 상호 운용기술이 지속적으로 개발되고 있다.

이러한 기술을 적용하기 위한 다양한 응용 프로그램의 운영을 위해서 IPv6 기반의 DNS 기술은 그 핵심적인 요소라 할 수 있다.

현재 국내에서는 IPv6망으로의 전이를 위해 IPv4/IPv6 듀얼스택의 DNS 환경을 기반으로 KRDNSv6[1]에 .kr 도메인을 시범적으로 운영을 하고 있다. 한국인터넷진흥원에서는 .kr 도메인을 확대 적용하기 위한 연구를 진행하고 있으며, 전 세계 IPv6 DNS 서비스 체계 구축 지원을 위해 루트 DNS의 IPv6 환경 설정을 촉구하고 있다.[2]

IPv4 기반의 인터넷 망이 IPv6 환경으로 전이되기 위해서 변경 확장되어야 할 중요한 요소는 IPv4 기반의 recursive query와 iterative query가 IPv6 기반의 주소 체계로 이루어져야 한다는 것이다.

그러나 현재 IPv4로 이루어져 있는 환경에서 바로 IPv6 환경으로의 변경이 어렵기 때문에 IPv6 네트워크 환경으로의 전이 과정에서 발생하는 IPv4와 IPv6의 네트워크의 공존 환경에서 트래픽을 안정적으로 전달하기 위한 기술이 필요하게 되었다.

이런 IPv4와 IPv6 상호 운용 기술을 이용하여 이 논문

2. 관련연구

IPv6는 새로운 주소체계로서 128bit 크기의 네트워크 주소체계를 제공한다. IPv6 헤더는 이를 위해 128bit의 IP 주소필드를 정의하고 있다. 이와 함께 IPv6는 관련 주소설정 및 주변 네트워크 노드에 대한 정보의 파악에 관련된 자동처리 메커니즘을 정의하여 IPv6 기반 네트워크 특성을 정의하고 있다.[3]

IPv6의 도입에 의해 어플리케이션 프로토콜이 확장 변경이 이루어져야 하는 프로토콜들이 있다. 이에 속하는 어플리케이션 프로토콜은 네트워크 주소를 프로토콜이 데이터로써 사용하는 프로토콜이며 그 중 주요한 프로토콜이 DNS이다.

2.1 DNS

DNS (Domain Name System)는 인터넷 상의 응용프로그램들의 편리한 활용을 위하여 사람이 인식하기 쉬운 도메인 네임과 통신기기가 인식하는 IP주소 간의 변환 시스템을 말한다. 인터넷의 규모와 호스트 수가 증가함에 따라 DNS는 네트워크 트래픽과 데이터베이스의 관리를 분산시키기 위해 그림 1과 같은 계층적인 구조로 구성되어 있다. 그림 1-(a)와 같이 DNS는 루트 DNS 서버를 최상위로 하며 루트 DNS는 com, org, net, edu, uk,

fr, ca, kr과 같은 상위 도메인을 정보들을 관리한다. 하위 도메인 DNS는 각 기관의 도메인 정보들을 관리하며 그 아래로 서브 도메인 DNS가 있다.[4]

2. 2 Recursive DNS

Recursive DNS는 사용자로부터의 특정 도메인 네임의 리소스 레코드에 대한 질의를 받아 자신의 데이터베이스에 저장되어 있지 않은 도메인 정보의 경우 상위 DNS로 질의하고 상위 DNS로부터 받은 응답을 통해 사용자의 질의에 대해 응답하는 서버이다.

그림 1-(b)와 같이 Recursive DNS는 사용자로부터 질의를 받아 계층적인 구조의 DNS로 전달하고 이에 대한 응답을 받아 네임 레졸루션(Resolution)을 수행한다. 이때 사용자가 특정 도메인 네임에 대해 Recursive DNS로 보내는 질의를 recursive query라고 하며 Recursive DNS가 상위 DNS로 보내는 질의를 iterative query라고 한다.

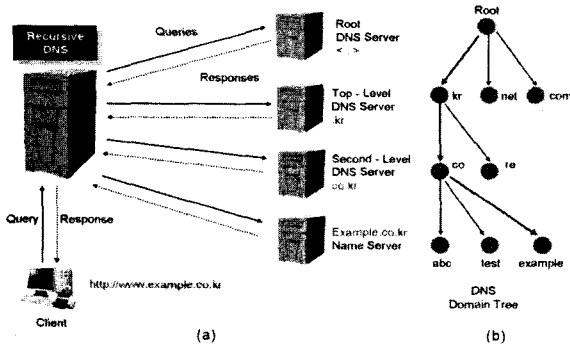


그림 1 DNS 계층적 구조

2. 3 IPv6 Recursive DNS

IPv6 Recursive DNS는 32bit 주소의 A 리소스 레코드 포맷을 128bit 주소의 AAAA 리소스 레코드 타입으로 변경해야 하며 IPv6망으로의 교체가 완료되기까지 Recursive DNS는 A타입과 AAAA타입의 레코드를 모두 지원해야 한다.

또한 이 정보를 Recursive DNS에 확장된 레코드 타입의 데이터베이스에 저장할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 루트 네임 서버, TLD(Top Level DNS) 네임 서버, 이하 네임 서버가 네트워크 레벨에서 IPv6 인터페이스를 지원해야 하며 DNS 데이터베이스에 AAAA 리소스 레코드 설정을 지원해야 한다. 현재 IPv6망으로의 전환 단계의 DNS를 구조는 그림 2-1와 같다. 현재 IPv4망과 IPv6망이 혼합된 망을 지원하기 위해서 Recursive DNS를 IPv4와 IPv6를 듀얼스택 플랫폼으로 구성할 것을 권고하고 있으며 IPv4망과 IPv6망 사이에 IPv4와 IPv6 듀얼스

택 라우터와 주소 변환 장비를 두어 다양한 기법으로 IPv4 기반 질의를 IPv6로 변환하는 방안이 연구되고 있다.

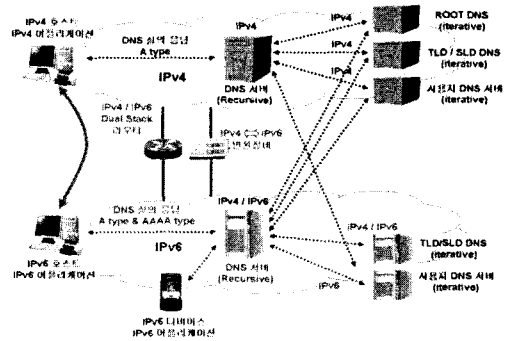


그림 2-1 IPv4와 IPv6 전환 단계의 DNS

2. 4 상호운영기술

IPv4/IPv6 상호 연동 기술이란 IPv6 네트워크 환경으로의 전이 과정에서 발생하는 IPv4와 IPv6의 네트워크 공존 환경에서 트래픽을 안정적으로 전달하기 위한 기술이다. IPv6 Recursive DNS를 도입하는 과정에 있어서 가장 중요한 문제는 기존 IPv4 환경에서 사용하던 모든 DNS 자원들을, IPv6로 전이 되어 가는 과정에서도 최소한의 변경으로 도메인 네임 공간의 단절 현상이 없도록 IPv4와 IPv6 DNS간의 상호 운용 및 호환 기술이 제공되어야 한다.[5]

IPv4와 IPv6망이 공존하는 네트워크 환경은 그림 2-2과 같다. 기존의 IPv4에서 IPv6로의 전이를 위한 사용되는 기반 기술로는 IPv4/IPv6 듀얼 스택 기술이 있다. 이것은 호스트에 IPv4와 IPv6 프로토콜 스택이 기존의 IP 계층에 구현되며 IPv4 주소와 하나 이상의 IPv6 주소가 할당되어져 IPv4 패킷과 IPv6 패킷 각각에 대해 모두 처리할 수 있는 기능을 갖는다.

IPv4와 IPv6 상호 운용 기술은 Tunneling 기술로 Dual Stack, Configured Tunneling(6in4), IPv4-compatible Tunneling, 6to4, 6over4, Teredo, Tunnel Broker가 있고, Transition 기술로는 NAT-PT/SIIT, DSTM, TCP-UDP 릴레이, BIS, BIA가 있다. 일반적으로 IPv4와 IPv6 상호 운용 기술은 네트워크 계층, 전송 계층, 응용 계층에 적용될 수 있으며 듀얼 스택, 터널링 기술과 프로토콜 변환 기술 중 일부가 네트워크 계층에 적용될 수 있다. 터널링 기술은 원래의 패킷을 고립된 IPv6 호스트 간에 IPv4 네트워크를 거쳐 통신하는 경우에도 주로 사용되며 원래의 패킷을 해당 네트워크에서 운영되는 IP 버전의 패킷으로 캡슐화해서 전송하는 방식이다. 프로토콜 변환 기술은 IPv4 호스트와 IPv6 호스트 간의 통신에 사용되는 기술로써 각기 네트워크에서 운영 될 수 있는 주소체제로 패킷의 주소를 변경하여 전송하는 기술이다.

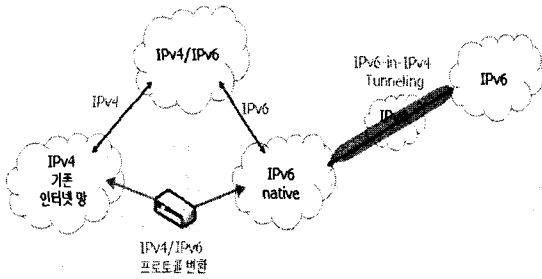


그림 2-2 IPv4와 IPv6가 혼재된 네트워크 구조

3. 터널링을 이용한 Recursive DNS 구성 모델

IPv4/IPv6 망의 공존에 따르는 도메인 네임 공간의 분절 문제를 해결하기 위한 가장 적절한 방안은 IPv4/IPv6 듀얼스택으로 구성된 네트워크에 Recursive DNS를 구축하는 것이며 Recursive DNS는 IPv4/IPv6 듀얼스택으로 구성된다. 그림 3-1은 IPv4/IPv6 듀얼스택 네트워크 상에 Recursive DNS 구성을 나타내며 호스트의 도메인 네임 질의에 대한 레졸루션(Resolution)을 위해 IPv4, IPv4/IPv6 듀얼스택 또는 IPv6의 상위 DNS로 iterative query를 수행할 수 있다. IPv4/IPv6 네트워크의 라우터는 IPv4 및 IPv6 망으로의 완벽한 IPv6 연결을 가지고 있고 ISP 및 기관에서 할당된 IPv6 프리픽스를 사용할 수 있다.

또한 IPv4/IPv6 Recursive DNS는 IPv4 망과 IPv6 망의 호스트의 Recursive DNS로써 설정이 가능하며 IPv4 또는 IPv6 망 내의 호스트의 Recursive DNS로 설정된 경우 A 또는 AAAA 타입의 도메인 네임 질의에 대한 응답을 수행할 수 있다. 또한 듀얼스택의 Recursive DNS는 IPv4 및 IPv6 호스트의 Recursive DNS의 포워더로써 동작하여 IPv4 망의 IPv4 Recursive DNS가 IPv6 망의 DNS에 접근을 가능하게 한다.

그러나 네트워크상의 모든 장비들을 IPv4/IPv6로 구성해야 하기 때문에 구축에 따른 현실적인 어려움이 있을 것으로 예상된다. Recursive DNS는 각 대규모 기관 및 소규모 사용자에 의해서 운영되고 그 수도 매우 많기 때문에 Recursive DNS와 라우터를 모두 듀얼스택으로 운영하는 것은 불가능할 것으로 예상된다. 따라서 본 논문은 대규모 기관에서 운영되는 Recursive DNS에 대한 구성에 사용될 수 있으며 일반 사용자의 경우 IPv4와 IPv6 망 간의 도메인 네임 분절을 해결하기 위해서 터널링 기술을 이용한 IPv6 Recursive DNS를 이용한다.

3.1 IPv4/IPv6 듀얼스택 Recursive DNS의 구성

IPv6 전환기술로써 중요한 기반 기술은 IPv4/IPv6 듀얼스택이다. 이 기술은 RFC 2893 "Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers"[6]로 정의되어 있다. IPv4/IPv6 듀얼스택은 하나의 노드에 IPv4와 IPv6 스택 모두를 구현하는 것을 의미한다. 따라서 하나

의 랜 인터페이스에 IPv4 인터페이스와 IPv6 인터페이스를 모두 설정이 가능하며 하나의 노드에 IPv4와 IPv6 스택이 나란히 IP 계층에 공존함으로써 듀얼스택 호스트에서는 통신하고자 하는 상대에 따라 IPv4 패킷과 IPv6 패킷 각각에 대해 모두 처리할 수 있는 기능을 갖는다. IPv4/IPv6 듀얼스택 호스트와 라우터로 구성된 사이트는 IPv4 인터넷과 IPv6 인터넷 모두가 병존하는 네트워크 환경을 구성한다.[7]

그림 3-1은 Recursive DNS가 IPv4/IPv6 듀얼스택 호스트의 Recursive 질의를 처리하는 절차이다.

- ① IPv4/IPv6 호스트는 IPv4/IPv6 인터페이스를 가지는 Recursive DNS에게 특정 어플리케이션 서버에 대한 도메인 네임 질의를 송신한다.
- ② ③ IPv4/IPv6 듀얼스택의 Recursive DNS는 도메인 네임의 레졸루션(Resolution)을 수행하기 위해 상위 DNS가 IPv4 망에 있을 경우, 또는 IPv6 망에 있을 경우 각각의 상위 DNS로 iterative query를 송신하고 그에 대한 응답을 수신한다.
- ④ 도메인 네임 레졸루션(Resolution)이 완료되면 IPv4/IPv6 Recursive DNS는 호스트로 도메인 네임 질의에 대한 응답을 보내고 IPv4/IPv6 듀얼스택 호스트는 IPv4 또는 IPv6 호스트와 통신을 시작한다.

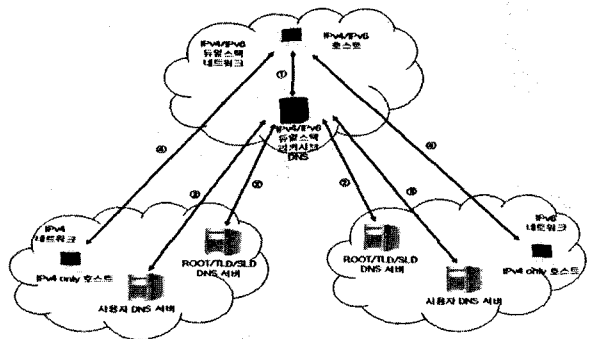


그림 3-1 IPv4/IPv6 듀얼스택 Recursive DNS의 구성

3.2 6to4 터널링을 이용한 Recursive DNS의 구성

6to4는 하나 이상의 유일한 IPv4 주소를 가지고 있는 IPv6 전용 사이트에 "2001:IPv4주소:/48" 단일 IPv6 프리픽스를 할당하여 외부 IPv6 네트워크와 자동터널링을 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.[8]

그림 3-4는 IPv6망의 Recursive 네임서버가 IPv4 망을 경유하여 IPv6 상위 네임 서버로 iterative query를 수행하는 경우의 Recursive DNS 구성을 나타낸다. 이때

각 망간의 경계 라우터는 6to4 터널링을 수행하기 위해 IPv4/IPv6 듀얼스택 라우터임을 가정한다.

호스트와 Recursive DNS는 IPv6 망에 위치하며 Recursive DNS는 IPv6 인터페이스를 가진다. 어플리케이션 서버와 iterative query를 보낼 상위 DNS는 IPv6 망에 위치하며 IPv6 망 간의 통신은 IPv6 망을 경유하여 이루어진다. 그림 3-2에 나타난 네임 서버의 경우 도메인 네임 레졸루션(Resolution) 과정의 마지막 질의응답을 수행하는 IPv6망에 위치한 사용자 DNS로 가정하며 상위 네임 서버의 질의응답의 경우에도 동일한 방식으로 수행된다.

다음은 Recursive DNS가 호스트의 Recursive 질의를 처리하는 절차이다.

- ① IPv6 호스트는 IPv6 인터페이스를 가지는 Recursive DNS에게 특정 어플리케이션 서버에 대한 도메인 네임 질의를 송신한다.
- ② Recursive DNS의 iterative query를 위한 사용자 서버가 IPv4 망을 경유한 IPv6 네트워크에 존재할 경우 IPv6망의 라우터 간에는 6to4 터널을 설정한다.
- ③ Recursive DNS는 어플리케이션 서버에 대한 iterative query와 응답은 6to4 터널을 통해 송수신된다.
- ④ Recursive DNS는 호스트로 해당 어플리케이션 서버에 대한 도메인 네임 응답을 보낸다.
- ⑤ 호스트는 해당 어플리케이션 서버가 IPv6 망에 위치하는 경우 6to4 터널링 또는 프로토콜 변환 기술을 이용하여 통신을 시작한다.

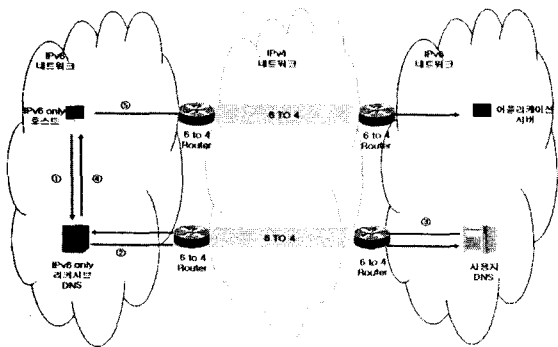


그림 3-2 6to4 터널링을 이용한 도메인 네임 레졸루션 과정

4. 결론

본 논문은 IPv4/IPv6가 혼재한 망에서 IPv6 Recursive DNS를 구성하기 위하여 기본적으로 DNS기술과 Recursive DNS개념, 상호연동기술을 설명하였다. IPv6로 전이되는 중간단계에서 IPv4 DNS와 IPv6 DNS를 모두 운영하기 위하여 안정적으로 IPv4와 IPv6 DNS를 구성하기 위하여 적합한 변환기술인 듀얼스택을 기반으로 한 터널링 기술을 이용한 안정적인 IPv6 Recursive DNS 구성 방안을 제시하였다. 이 방안은 현재 사용중인 IPv4

Recursive DNS에서 IPv6 Recursive DNS로 중단 없이 IPv4/IPv6가 혼재한 망에서 안정적으로 전이되기 위한 IPv6 Recursive DNS의 구축이 기대된다.

5. 참고문헌

- [1] 한국인터넷진흥원, <http://www.krdnsv6.or.kr>
- [2] M. Crawford, C. Huitema, "DNS Extensions to Support IPv6 Address Aggregation and Renumbering," IETF RFC 2874, July 2000
- [3] S. Deering, R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", RFC 2460, December 1998
- [4] P.V. Mockapetris, "Domain names - concepts and facilities", RFC 1034, November 1987
- [5] 김용진, "IPv4/IPv6 변환기술", TTA저널 제79호, 2002
- [6] R. Gilligan, E. Nordmark, "Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers", RFC 2893, August 2000
- [7] Jim Bound et al., Dual Stack Transition Mechanism (DSTM), <draft-ietf-NGtrans-dstm-05.txt>, November 2001, Work in Progress.
- [8] B. Carpenter, K. Moore, "Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds", RFC 3056, February 2001