

IPv6 망 전이를 위한 NAT-PT 기술을 이용한 Recursive DNS 구성 모델 연구

김진석*, 서유화, 이기영, 신용태**

*숭실대학교 컴퓨터학과

e-mail:{smics, zzarara, willlee04}@cherry.ssu.ac.kr,

shin@computing.ssu.ac.kr

Study of Recursive DNS Composition Model Using NAT-PT technical for IPv6 Network Transition

Jin-Seok Kim*, Yuhwa Seo, Kiyoung Lee, Yong-tae Shin**

*Dept. of computing. Soongsil University

요 약

현재 전 세계는 IPv6 조기 도입을 위한 노력을 기울이고 있으며 전략적인 IPv6 인프라 구축 사업을 추진을 하고 있다. 그러나 완전히 IPv6로 전이되기 전까지 IPv4와 IPv6가 공존해야만 한다. 이에 따라 IPv4망에서 IPv6망으로의 안정적인 전이를 위한 상호 운영기술이 필요하다. 이러한 기술을 적용하기 위한 다양한 응용 프로그램의 운영을 위해서 IPv6 기반의 DNS 기술은 그 핵심적인 요소라 할 수 있다. IPv6를 지원하는 Recursive DNS는 기존의 IPv4 기반의 데이터베이스 구조와 플랫폼 및 OS를 IPv6 기반으로 변경해야 하며 IPv4 기반의 DNS 메시지 구조와 이를 처리하는 DNS의 네임 레졸루션 기능이 확장되어야 한다. 따라서 이 논문에서는 IPv6 망 전이를 위하여 변환 프로토콜인 NAT-PT를 이용한 Recursive DNS 구성 방안을 제시한다.

1. 서론

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

IPv4 기반의 인터넷 망이 IPv6 환경으로 전이되기 위해서 변경 확장되어야 할 중요한 요소는 IPv4 기반의 recursive query와 iterative query가 IPv6 기반의 주소체계로 이루어져야 한다는 것이다. IPv6를 지원하는 Recursive DNS는 기존의 IPv4 기반의 데이터베이스 구조와 플랫폼 및 OS를 IPv6 기반으로 변경해야 하며 IPv4 기반의 DNS 메시지 구조와 이를 처리하는 DNS의 네임 레졸루션 기능이 확장되어야 한다.

따라서 본 논문은 IPv6 Recursive DNS 전이를 위하여 전이 프로토콜 중 NAT-PT를 이용하여 IPv6 Recursive DNS 구성을 제안 한다.

2. 관련연구

IPv6[1]를 기반으로 하는 차세대 인터넷은 기존의 IPv4 인터넷의 TCP/IP 체계 중 네트워크 계층에 해당하는 IP 스택이 기존의 IPv4 스택에서 IPv6 스택으로 대체를 지향하고 있다. 곧 네트워크 계층 이외의 계층에 해당하는 TCP, UDP 등의 트랜스포트 계층, HTTP, SMTP, FTP 등의 어플리케이션 계층은 현재의 모습을 그대로 유지하게 된다.

IPv6는 새로운 주소체계로써 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 정의

하여 IPv6 기반 네트워크 특성을 정의하고 있다.

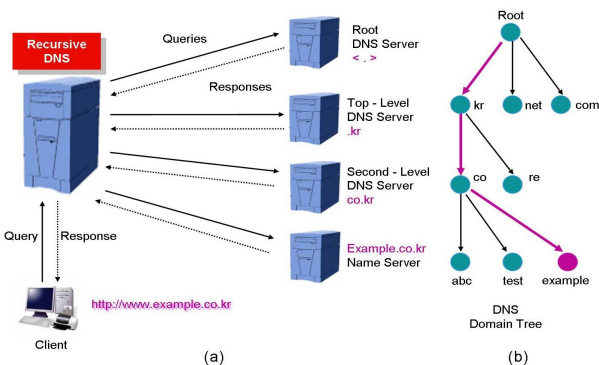
IPv6의 도입에 의해 어플리케이션 프로토콜이 확장 변경이 이루어져야 하는 프로토콜들이 있다. 이에 속하는 어플리케이션 프로토콜은 네트워크 주소를 프로토콜이 데이터로써 사용하는 프로토콜이며 그 중 주요한 프로토콜이 DNS이다.

2.1 DNS

DNS (Domain Name System)[2]는 인터넷 상의 응용프로그램들의 편리한 활용을 위하여 사람이 인식하기 쉬운 도메인 네임과 통신기기가 인식하는 IP 주소 간의 변환 시스템을 말한다. 인터넷의 규모와 호스트 수가 증가함에 따라 DNS는 네트워크 트래픽과 데이터베이스의 관리를 분산시키기 위해 그림 1과 같은 계층적인 구조로 구성되었다. (그림 2-1-(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 있을 수 있다.

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 2-1-(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.

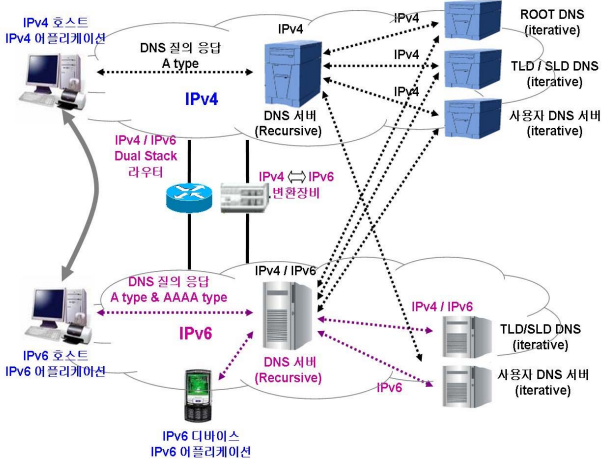


(그림 2-1) DNS 계층적 구조

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. 그림 2는 IPv4 기반의 DNS가 IPv6 기반의 DNS로 전이될 때 변경 사항을 나타낸다. (그림 2-1)과 같이 IPv6 기반의 Recursive DNS는 호스트의 AAAA 타입의 recursive query를 처리/응답 할 수 있어야 하며 상위 DNS로 IPv6 기반의 iterative query를 보내고 이에 대한 응답을 받아 처리해야 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 2-2)와 같다. 현재 IPv4망과 IPv6망이 혼합된 망을 지원하기 위해서 Recursive DNS를 IPv4와 IPv6를 듀얼스택 플랫폼으로 구성할 것을 권고하고 있으며 IPv4망과 IPv6망 사이에 IPv4와 IPv6 듀얼스택 라우터와 주소 변환 장비를 두어 다양한 기법으로 IPv4 기반 질의를 IPv6로 변환하는 방안이 연구되고 있다.



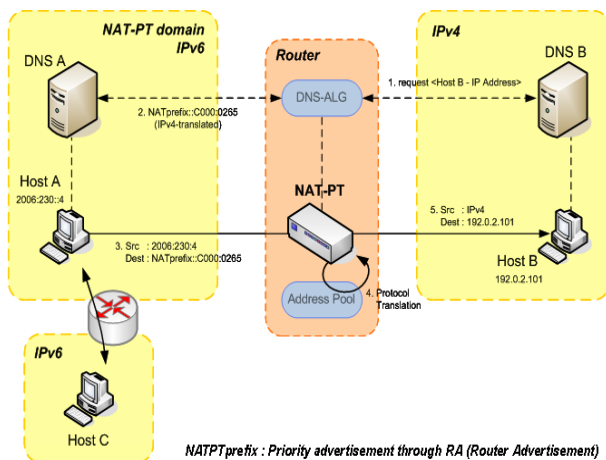
(그림 2-2) IPv4와 IPv6 전환 단계의 DNS

2.4 NAT-PT 변환 기술

IPv4/IPv6 변환 기술은 IPv4 전용 호스트와 IPv6 전용 호스트 간의 통신을 위한 기술이며 주소 및 헤더의 변환 과정이 감추어져 있게 된다. 기본적으로

변환 기술은 DNS 확장, 변환기(Translator), Mapper 기능이 요구된다.[4]

NAT-PT[3]는 IPv6-only 호스트와 IPv6-only 네트워크에서 IPv4 호스트로 접속하는 경우를 지원하기 위한 변환기술이다. NAT-PT는 NAT-PT 도메인을 내부에 갖는 구성을 가지며 이 NAT-PT 도메인에서는 외부 IPv4 도메인의 IPv4 착신 주소를 IPv6 주소로 매핑할 수 있도록 임의의 IPv6 프리픽스를 지정하여 사용한다. NAT-PT prefix는 해당 사이트에서 라우팅이 가능하고 그 라우팅은 NAT-PT로 지정된 임의의 IPv6 프리픽스이다. 이는 IPv6 호스트가 외부의 IPv4 호스트의 IPv4 주소를 착신주소로 사용하기 위해서 필요로 하는 IPv6 형식의 주소형태를 제공하기 위한 것이다. 따라서 외부 접속대상 호스트의 IPv4 주소가 192.0.2.101이고 이 NAT-PT 도메인이 지정한 NAT-PT prefix가 33EF::/96 이라면 이 IPv4 호스트에 대한 NAT-PT 도메인 내부의 IPv6 호스트가 사용하는 착신 IPv6 주소형태는 33FE::C000:265가 된다. C000:0265는 IPv4 주소 192.0.2.101의 16진수 형태의 표기이다.



(그림 2-3) NAT-PT의 동작 과정

(그림 2-3)는 NAT-PT의 동작 과정을 나타낸다. NAT-PT는 DNS-ALG의 도움을 받아 NAT-PT 도메인 내부의 IPv6 호스트의 도메인 네임 리졸루션을 지원한다. IPv6 호스트는 내부의 IPv6 네임서버를 통해 외부 IPv4 도메인에 존재하는 DNS 네임서버로부터 접속하고자 하는 도메인 네임의 IP 주소정보를 얻는다. 그 IP 주소가 IPv4 주소만 존재하는 경우에 NAT-PT의 DNS-ALG는 이 IPv4 주소에 대한 DNS 응답 메시지를 변환하는데, IPv4 주소의 A 레코드를 NAT-PT prefix::IPv4 형태의 IPv6 주소

AAAA 레코드로 변환하여 IPv6 네임서버로 전달한다. 이 DNS 응답 메시지는 IPv6 호스트로 전달되어 IPv6 호스트는 접속대상 호스트가 IPv6 호스트인 것처럼 여기고 접속을 개시한다. 이 접속개시 패킷은 NAT-PT prefix::/96에 대한 라우팅 설정에 따라 모두 NAT-PT 장비로 라우팅 되어 NAT-PT에 의한 처리에 의해 IPv4 패킷으로 변환되어 접속대상 IPv4 호스트로 라우팅 된다.

이 경우, 처음 IPv6 호스트가 AAAA 타입의 DNS 질의를 송출하고 NAT-PT 장비의 DNS-ALG는 이 패킷을 가로채어 질의된 도메인 네임에 대해 AAAA DNS 질의와 A DNS 질의를 순차적으로 IPv4 DNS에 대하여 수행한다.

3. NAT-PT를 이용한 Recursive DNS 구성 모델

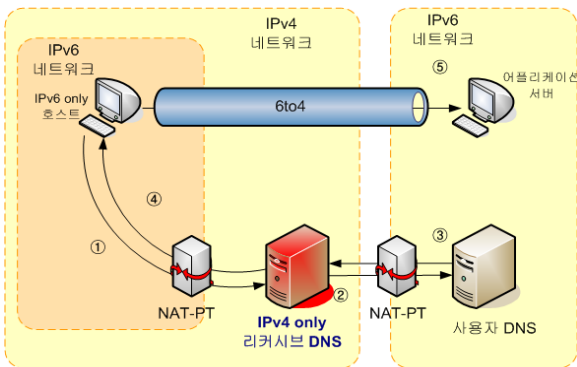
3.1 IPv6 only 리커시브 DNS가 IPv4망을 경유하여 IPv6 only 상위 DNS에 접근 할 경우

(그림 3-1)은 IPv4 망 내에 소유모의 IPv6 망이 구축된 경우 IPv6 호스트가 IPv4 망 내의 리커시브 DNS로 질의를 하며 IPv4 리커시브 DNS가 도메인 네임 레졸루션 위해 IPv6망 내의 네임 서버로 질의를 수행하는 경우를 나타낸다. 이때 네임 서버의 경우 도메인 네임 레졸루션 과정의 마지막 질의 응답을 수행하는 IPv6망에 위치한 사용자 DNS로 가정하며 상위 네임 서버의 질의 응답의 경우에도 동일한 방식으로 수행된다.

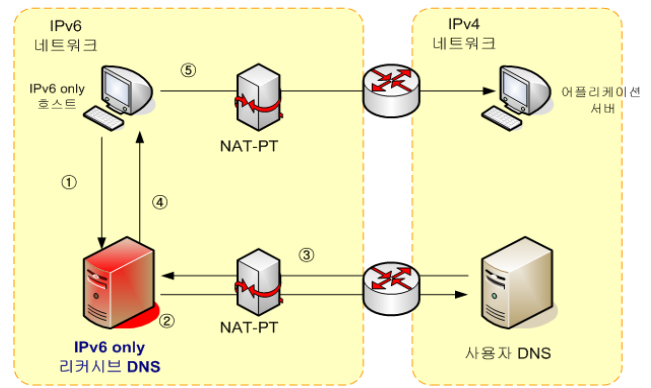
다음은 리커시브 DNS가 호스트의 리커시브 질의를 처리하는 절차이다.

- ① IPv6 호스트는 IPv6 인터페이스를 가지는 리커시브 DNS에게 특정 어플리케이션 서버에 대한 도메인 네임 질의를 송신한다.
- ② IPv6 리커시브 질의는 IPv4 망을 통과하기 위해 NAT-PT와 같은 프로토콜 변환 기술을 이용하여 IPv4 질의로 변환되어 IPv4 리커시브 DNS로 송신된다.
- ③ 리커시브 DNS는 IPv6 네임서버로 다시 이터레이티브 질의를 송신하기 위해 NAT-PT 변환 기술을 이용하여 어플리케이션 서버에 대한 도메인 네임 질의의 응답을 수신한다.
- ④ 리커시브 DNS는 호스트로 해당 어플리케이션 서버에 대한 도메인 네임 응답을 질의 과정과 같은 방식으로 송신한다.
- ⑤ 호스트는 해당 어플리케이션 서버가 IPv6 망에 위치하는 경우 6to4 터널링 또는 프로토콜 변환 기

술을 이용하여 통신을 시작한다.



(그림 3-1) NAT-PT를 이용한 도메인 네임 리졸루션 과정 (1)



(그림 3-2) NAT-PT를 이용한 도메인 네임 리졸루션 과정 (2)

3.2 IPv6 망의 리커시브 DNS가 IPv4 망의 상위 DNS로 접근할 경우

(그림 3-2)은 IPv6 only 리커시브 DNS가 IPv4 망의 네임서버로 이터레이티브 질의를 보내는 경우의 리커시브 DNS 구성을 나타낸다. IPv4-IPv6 망간의 통신을 위해 NAT-PT 변환 기술을 사용하며, 리커시브 DNS는 송신자와 같은 IPv6 망에 위치한다.

IPv4 망의 리커시브 네임서버가 IPv6 망의 네임서버로 접근 시에도 유사한 방식으로 리커시브 네임서버를 구성할 수 있다.

다음은 리커시브 DNS가 호스트의 리커시브 질의를 처리하는 절차이다.

- ① IPv6 호스트는 IPv6 인터페이스를 가지는 리커시브 DNS에게 특정 어플리케이션 서버에 대한 도메인 네임 질의를 송신한다.
- ② IPv6 리커시브 질의는 IPv4 망을 통과하기 위해 NAT-PT와 같은 프로토콜 변환 기술을 이용하여 IPv4 질의로 변환되어 IPv4 리커시브 DNS로 송신된다.
- ③ 리커시브 DNS는 호스트로 해당 어플리케이션 서버에 대한 도메인 네임 응답을 질의 과정과 같은 방식으로 송신한다.
- ⑤ 호스트는 해당 어플리케이션 서버가 IPv6 망에 위치하는 경우 프로토콜 변환 기술을 이용하여 통신을 시작한다.

4. 결론

본 논문은 IPv6로 전이되는 과정에서 원활한 통신이 이루어지기 위하여 DNS에서 기본이 되는 Recursive DNS에 변환기술 중 NAT-PT 변환 기술을 적용하는 방법을 제시하였다. 이 NAT-PT 기술은 사용자의 특별한 변경 없이 사용이 가능하기 때문에 IPv4/IPv6 전이 환경에 가장 적합한 방법이다. 그러나 이 방법을 사용하기 위해서는 통신망상에 NAT-PT 장비가 설치되어 있어야 하며 라우터에서도 이 기술을 지원하기 때문에 통신망을 관리하는 사업자는 NAT-PT를 구성하기 위한 여건을 조성해야만 한다.

5. 참고문헌

- [1] S. Deering, R. Hinden, " Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification ", RFC 2460, December 1998
- [2] P.V. Mockapetris, " Domain names - concepts and facilities ", RFC 1034, November 1987
- [3] G. Tsirtsis, P. Srisuresh, "Network Address Translation - Protocol Translation (NAT-PT)", Network Working Group RFC 2766, Feb 2000.
- [4] 김용진, "IPv4/IPv6 변환기술", TTA저널 제79호, 2002