

# ENUM DNS 탐색시간 단축을 위한 계층 2 네임서버 분산 방안 연구\*

박종일<sup>0</sup> 윤미연 신용태 최종원 신성우 나정정 김원  
 숭실대학교 컴퓨터학과  
 redrabbit@cherry.ssu.ac.kr

## A Study of Tier 2 Nameserver Distribution for Reducing ENUM DNS Resolution Time

Jongil Park<sup>0</sup> Miyoun Yoon Yongtae Shin Jongwon Choe Sungwoo Shin Jungjung Na Won Kim  
 Dept. of Computing, Soongsil University

### 요 약

ENUM은 전세계적으로 유일성이 보장된 ITU-T의 E.164 전화번호를 PSTN과 IP 네트워크를 연결하기 위한 식별자로써 사용하기 위해 정의된 새로운 인터넷 프로토콜이다. ENUM은 일종의 디렉토리 서비스로써 그 기반을 DNS에 두고 있지만, 캐싱의 비효율성과 이중 탐색으로 인한 지연이 발생한다는 단점을 가지고 있다. 본 논문은 CDN 환경과 애니캐스트를 응용하여, ENUM 서비스의 효율적인 제공을 위해 ENUM DNS의 탐색시간을 단축할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

### 1. 서론

현재의 사회에서는 타인과의 통신을 위한 다양한 수단이 연구, 개발되어 사용되고 있다. 단 한사람과의 통신을 위해서, 우리는 편지나 전화를 위한 주소와 전화번호는 기본이며, 이동통신 번호, 팩스, 이메일 주소와 도메인 네임까지 기억해야 한다. 하지만 인간의 정보 용량이 한정되어 있기 때문에, 이런 모든 것들을 기억한다는 것은 불가능하다. 따라서 다양한 통신 수단에 연결할 수 있는 하나의 식별자에 대한 필요성이 대두되었으며, 그 해결책 중의 하나로 새로운 인터넷 식별체계인 ENUM이 제시되었다.

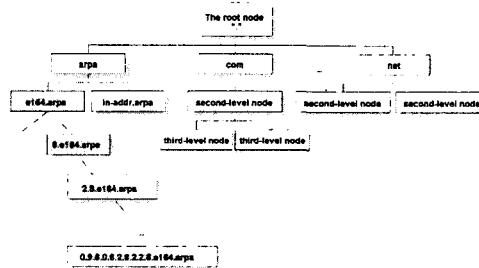
ENUM은 IETF와 ITU-T의 주체로 전세계적으로 연구되고 있으며, ENUM 서비스 구현을 위한 시범 운영과 표준화를 진행하고 있다. 국내에서는 한국인터넷정보센터를 중심으로 국가차원의 ENUM 서비스 환경 구축을 위해 노력하고 있다.

본 논문의 2장에서는 관련연구로서 ENUM DNS 및 ENUM 탐색 절차, CDN, anycast에 대해 알아보고, 3장에서는 ENUM DNS 탐색시간 단축을 위한 ENUM tier 2 네임서버 분산 방안을 제안하며, 4장에서는 제안한 방안에서 결론을 제시한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 ENUM DNS 및 지역번호별 분산 방안

ENUM은 IETF의 RFC 2916에 정의된 프로토콜로, ITU-T의 E.164 전화번호를 인터넷 도메인 네임으로 변환하여 PSTN과 IP 네트워크를 연결하는 새로운 인터넷 주소 체계이다[1, 2].



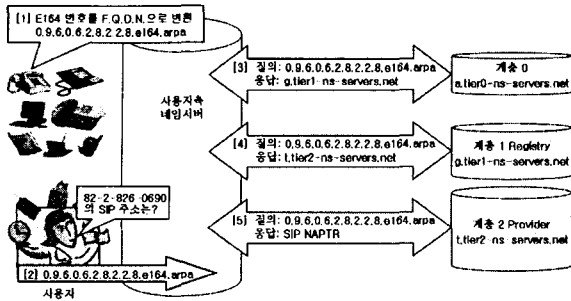
[그림 1] ENUM DNS 트리 구조

ENUM DNS는 기존의 DNS를 기반으로 하는 호스트에 대한 정보를 가진 분산 데이터베이스로써, 전화번호와 다양한 URI를 맵핑하여 저장한다. 따라서 ENUM DNS는 도메인 네임의 집합으로 구성되며, 각 도메인 네

\* 본 논문은 인터넷정보센터의 URI 프로토콜 표준화 위탁과제 연구비 지원에 의해 수행되었음.

입은 [그림 1]과 같은 역방향 트리 상의 경로로 나타난다.

이런 구조로 이루어진 ENUM DNS에서 ENUM 자원인 NAPTR RR<sup>1)</sup>을 찾는 절차는 기존 DNS의 것을 그대로 사용한다. ENUM DNS 탐색 절차는 [그림 2]와 같다.



[그림 2] ENUM DNS 탐색 절차

먼저 E.164 번호를 F.Q.D.N으로 변환한 후 사용자 측의 네임서버에 질의한다. 사용자 측 네임서버는 DNS 검색 절차와 같이 최상위의 계층 0 네임서버에서부터 그 하위의 네임서버를 순차적으로 검색한다. 최종적으로 계층 2 네임서버는 요청된 NAPTR RR을 찾아 응답하게 된다. 이것은 다시 사용자 측 네임서버를 거쳐 사용자에게 전달된다.

## 2.2 지역번호별 계층 2 네임서버 분산 방안

ENUM 서비스는 일반적인 DNS 서비스보다 더 많은 탐색시간을 필요로 한다. 이것은 F.Q.D.N으로 ENUM DNS를 검색하여 일반적인 도메인 네임을 알아내고, 다시 알아낸 도메인 네임으로 기존 DNS를 검색해야 하기 때문이다. DNS에 비해 홑 수에 많은 영향을 받는 ENUM DNS는 좀더 많은 지연 시간을 갖게 된다. 또 ENUM DNS에서 사용하는 NAPTR RR은 기존 DNS에서 사용하는 RR보다 많은 정보가 포함되어 있으며, 계층 2 네임서버는 질의한 E.164 전화번호에 대응되는 모든 NAPTR RR이 아닌 NAPTR RR에 저장되어 있는 특정한 URI만으로 응답하기 때문에 캐싱의 효율이 떨어진다 [4]<sup>2)</sup>.

이런 문제점을 해결하기 위해 계층 2 네임 서버를 지역번호별로 분산하는 방안[4]이 제안되었다. 계층 2 네임 서버 제공업자가 지역번호에 해당하는 E.164 번호에 대한 ENUM 서비스를 제공하고, 그에 필요한 NAPTR RR을 저장하는 네임서버를 운영한다. 따라서 사용자 측 네

1 Naming Authority Pointer Resource Record : ENUM을 위해 개발된 새로운 형식의 DNS RR.

2 같은 번호에 대한 질의라 해도 다음 요청에 같은 URI가 사용된다고 보장할 수 없다.

임서버는 사용자의 질의에 대한 응답을 모를 때마다 전체적인 탐색 절차를 수행할 필요 없이 계층 2 네임서버에 직접 질의한다. 하지만 이 방식은 ENUM에 사용되는 전화번호가 가정에 할당되는 전화번호로만 제한되는 문제가 발생한다<sup>3)</sup>. 또 ENUM과 같이 홑 수에 의존적인 서비스[4]는 타 지역까지 질의가 오고가는 경우 거리에 비례해서 늘어난 홑 수만큼 응답을 기다리는 시간도 늘어나게 된다.

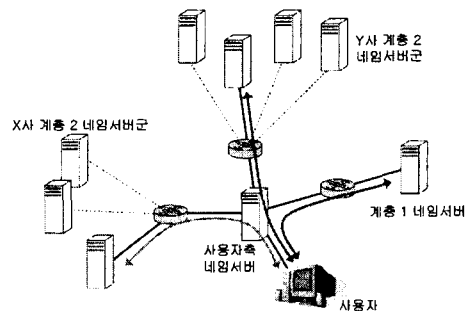
이와 같은 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 CDN에서의 서버분산 방식과 애니캐스트 주소체계를 이용한 ENUM DNS의 분산 방안을 제안한다.

## 3. ENUM DNS 탐색시간 단축을 위한 tier 2 네임서버 분산 방안

앞에서 살펴본 바와 같이 기존의 분산 방안은 지역번호별로 계층 2 네임서버를 분산하여 탐색에 따른 지연을 감소시키는 것이다. 하지만 이 방식은 ENUM 서비스에 사용할 수 있는 번호 자원을 제한하게 되며, 홑 수에 민감한 ENUM 서비스에 추가적인 지연을 가져올 수 있다.

제안하는 계층 2 네임서버 분산 방안은 CDN 서버 운영 환경을 기반으로 하여 사용자 측 네임서버에 인접하게 계층 2 네임서버를 위치시킴으로써, 최소한으로 홑 수를 줄여 지연을 줄이고, ENUM 서비스에 사용할 수 있는 번호 자원의 제한을 해소한다.

[그림 3]은 한 지역에 계층 2 네임서버를 분산하여 제공하는 환경을 보여준다.



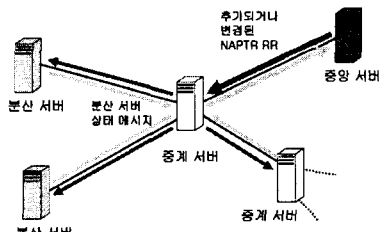
[그림 3] ENUM 분산 환경

계층 2 네임서버는 사업자별로 제공한다[7]. 각각의 네임서버에 저장되는 NAPTR RR은 동일하다. 네임서버의 위치와 분산 규모는 사업자의 판단에 따르게 되며, 사용도가 높은 지역의 경우, 한 지역이라고 해도 하나 이상의 네임서버를 배치할 수 있다. 같은 사업자의 네임서버

3 집 전화번호와 함께 개인의 핸드폰 번호를 사용하는 것이 ENUM 서비스 사용에 더욱 효율적인 것으로 예상된다.

라도 지역 내의 여러 곳에 분산배치하면 더욱 좋은 효율을 얻을 수 있다.

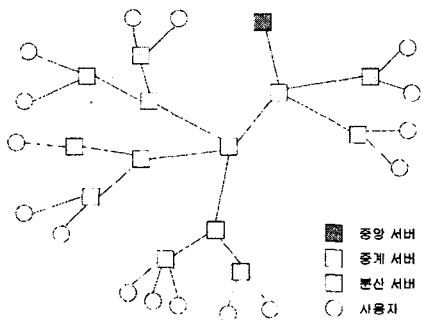
저장되는 NAPTR RR의 동적인 갱신을 위해 [그림 4]과 같이 계층 2 네임서버를 중앙 서버와 분산 서버, 중계 서버로 구성한다.



[그림 4] 계층 2 네임서버 분산 구조

NAPTR RR이 추가되거나 수정되면, 중앙 서버는 이를 먼저 처리하고 중계 서버를 거쳐 분산 서버에 전달한다. 분산 서버는 전송받은 자료를 처리하고, 처리한 시간 정보가 포함된 ACK 메시지를 중앙 서버에 전송한다. 또 분산 서버는 중앙 서버와 저장하고 있는 NAPTR RR이 동일한 것인지를 확인하기 위해, 마지막으로 갱신된 시간에 대한 정보가 포함된 상태 메시지를 정기적으로 중앙 서버에 전송한다. 상태 메시지를 전송받은 중앙 서버는 상태 메시지의 갱신 시간과 ACK 메시지에 포함되어 있던 시간을 비교하고, 만일 차이가 있다면 수정된 자료를 분산 서버에 전송한다.

한편 중앙 서버와 분산 서버들 간의 통신에는 분산 서버들을 송신자 그룹으로 하는 1 대 다 멀티캐스트 방식을 사용한다. 분산 서버들은 항상 멀티캐스트 그룹에 참가한 상태를 유지한다. 중앙 서버와 분산 서버들 간의 효율적인 경로설정을 위해 [그림 5]과 같이 중계 서버를 통한 분산 트리를 구성한다.



[그림 5] 계층 2 네임서버 분산 트리

[그림 5]에서도 알 수 있듯이 중계 서버는 사용자와 직접적인 인터페이스가 없다. 따라서 중계 서버는 NAPTR RR을 저장하는 일 없이 중앙 서버와 분산 서버를 연결

하는 역할만 수행한다.

사용자 측 네임서버와 인접한 계층 2 네임서버를 탐색하는 방법으로 홉 수를 거리 척도로 하는 애니캐스트 방식을 활용한다. 최초의 요청이 있을 경우, 사용자 측 네임서버는 계층 1 네임서버에 질의하고, 계층 1 네임서버는 해당 계층 2 네임서버군에 대한 애니캐스트 주소를 반환한다. 사용자 측 네임서버는 그 주소를 사용하여 홉 수상으로 가장 가까운 계층 2 네임서버를 찾아 요청하고, 그 주소를 캐싱한다. 이후의 요청은 캐싱되어 있는 계층 2 네임서버를 일차적으로 탐색하게 된다. 캐싱하는 주소가 애니캐스트 주소이기 때문에, 만일 요청을 받아들이던 네임서버가 고장에 의해 중지되더라도 다음으로 인접한 네임서버를 탐색하는 것이 용이하다. 애니캐스트 방식에 따라 사용자는 자신의 위치와 가장 거리가 짧은 네임서버를 선택하여 질의를 보내고 그에 대한 응답을 받을 수 있기 때문에[6], 서버들 사이에서 줄어드는 홉 수 만큼 서버 탐색에 드는 지연을 줄일 수 있다.

#### 4. 결론

ENUM에 포함되는 통신 수단은 서비스를 어떻게 구현하느냐에 따라 무수히 많다. 현재까지 연구되고 있는 주소 체계만 고려해도 기존 DNS에 포함되는 정보의 3배 이상이 된다. 따라서 본 논문에서는 캐싱의 히트율(hit rate)을 보장할 수 없는 ENUM DNS에서 탐색을 위한 지연을 줄이기 위한 계층 2 네임서버 분산 방안을 제시하였다. CDN 환경을 응용한 계층 2 네임서버 분산 방안은 사용자와 인접한 지역에서 계층 2 네임서버를 운영함으로써 좀더 빠르고 효율적인 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

- [1] P. Fältström, "E.164 Numbers and DNS," IETF, RFC2916, September 2000.
- [2] ITU-T Recommendation E.164, The international public telecommunication numbering plan-Supplement 2: Number Portability, ITU-T, November 1998.
- [3] P. Albitz, "DNS and BIND," O'Reilly, 4th Edition, April 2001.
- [4] 이해원, "ENUM Resolution 성능향상을 위한 Tier 2 네임서버 관리 방안 연구," 한국통신학회, 추계 종합 학술발표 논문집, 2002년 10월.
- [5] M. Rabinovich and O. Spatscheck, "Web Caching and Replication," Addison Wesley, 2002.
- [6] C. Partridge, "Host Anycasting Service," IETF, RFC 1546, November 1993.
- [7] 나정정, "ENUM DNS 계층 1, 2 구조," URI 포럼 표준, 2003년 8월.