

NAPTR 자원레코드 기반의 서비스 탐색기법[†]

(A Service Discovery Scheme Based on NAPTR Resource Record)

권성호*, 김희철**
(Chenghao Quan*, Hiecheol Kim**)

요약 NAPTR(Naming Authority Pointer)은 IETF RFC 2915에 기술된 자원의 한 유형이다. NAPTR은 도메인 네임 시스템에 여러 서비스를 등록할 수 있다. 따라서 호스트 상에서 제공되는 소프트웨어 서비스를 DNS 시스템을 기반으로 한 탐색 수단을 제공한다. 본 논문은 NAPTR의 처리를 지원할 수 있는 Proxy DNS의 설계 및 구현을 기술한다. 본 연구의 목적은 NAPTR을 통하여 DNS의 존파일에 등록된 서비스의 탐색의 가능성을 검증하고 실제 시험시스템의 구축을 통한 구현의 용이성 및 확장성에 대한 결과를 제공하는데 있다. 본 연구의 결과인 Proxy DNS는 고성능 그리드 환경에서 자원정보관리 부문의 서비스 탐색에 활용 될 수 있고 ENUM서비스 구축을 위한 핵심기술로서 시스템 구축 기초자료로 활용할 수 있으며 나아가 ENUM 서비스의 실용화를 앞당길 수 있을 것으로 사료된다.

핵심주제어: NAPTR, 서비스 탐색

Abstract NAPTR(Naming Authority Pointer) is a type of resource record specified in IETF RFC 2915. NAPTR enables to register various services in the Domain Name Systems and thus provides a way to discover services available on specific hosts. This paper describes the design and implementation of a Proxy DNS system aimed at supporting NAPTRs. The goal of this work is to study on the feasibility of the service discovery registered in DNS via NAPTR records and provides the result for simplicity and extensibility of implementation through the implementation of a actual Test-bed system. This research result can be applied to service discovery in the resource information management for high performance GRID environments as well as to the implementation of DNS infrastructure for the ENUM.

Key Words: NAPTR, Service Discovery

1. 서론

인터넷에 연결된 컴퓨터들은 자신만이 가지고 있는 인터넷(IP)주소를 이용하여 서로를 인식하고 통신하게 된다. 하지만 컴퓨터 친화적인 인터넷주소는 인간이 기억하기에는 어렵다는 단점이 있다. 이에 대한 해결책으로 DNS(Domain Name System)가 개발되었고, 따라

서 인터넷 사용자들은 도메인 형태의 홈페이지주소, 전자메일주소 등을 가지게 되었다. 또한 인터넷기술이 발전함에 따라 인터넷은 단순한 파일전송뿐만 아니라 음성정보를 포함한 실시간 멀티미디어 데이터를 전송할 수 있게 되면서 인터넷을 이용한 음성서비스(VoIP)가 등장하였다. 음성서비스기술의 발전과 더불어 사용자들은 인터넷체계와 전화번호체계의 통합의 필요성을 인식하면서 차세대 인터넷 식별 번호체계로 각광을 받는 ENUM이 새로운 연구주제로 부각되었다. IETF RFC 2916에서 정의되어 있는 ENUM은 tElephone / E.164 NUmber Mapping의 약자로서 E.164 전화번호

* 본 연구는 2001년 대구대학교 학술 연구비 지원에 의한 논문임.

* 대구대학교 정보통신공학과 박사과정

** 대구대학교 정보통신공학부 교수

를 전자메일주소, URL, LDAP등 인터넷 상의 다양한 서비스들의 식별자로 활용하여 궁극적으로 기존의 전화망(PSTN)을 인터넷망과 통합시킬 수 있는 프로토콜이다[1]. 사용자들은 전화와 팩스번호 및 인터넷주소를 기억하지 않고도 통합된 번호만으로 전화망과 인터넷망에서의 통신이 가능하며 따라서 통합된 번호에 연결된 가용한 서비스를 탐색할 수 있다.

현재 ENUM은 국제표준화 기구인 ITU, IETF에서 표준화에 대한 논의가 진행중이며 미국, 프랑스, 네덜란드, 스웨덴을 포함해서 정부주도로 ENUM 서비스에 대한 국가적 차원의 구축에 대한 노력이 매우 활발하게 이뤄지고 있다[2,3]. 미국은 국무부 주도로 AT&T, 시스코, 베리사인 등 41개 업체가 참여하는 컨소시엄을 구성하고 ENUM 서비스의 상용화를 추진하고 있다. 국내에서도 인터넷정보센터를 주도로 산학연 컨소시엄을 구성하고 관련기술 개발 및 국제 표준화에 적극적으로 참여하고 있다[4].

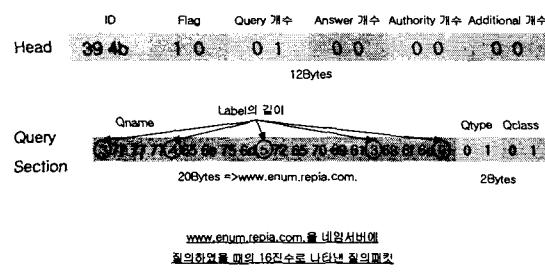


그림 1. 질의 패킷

이러한 ENUM 서비스의 구축을 위해서는 ENUM 서비스 아키텍처(Service Architecture), 운영시스템(Provisioning) 기술, 보안(Security & Privacy) 및 DNS 시스템 확장 등에 대하여 현재 진행되고 있는 표준화 내용에 대한 검증 및 나아가 각종 ENUM 서비스 응용기술의 개발을 위한 시험시스템의 구축이 요구된다. 이러한 시험시스템 중에서 특히 ENUM 서비스 구축을 위하여 필수적으로 요구되는 ENUM 서비스를 위한 DNS 시스템에 대한 시험시스템의 구축이 선행되어야 한다. 하지만 현재 구체적인 시스템 구축에 관한 연구결과가 아직 발표되고 있지 않다.

한편 국가 그리드를 구축하기 위하여 전 세계적으로 그리드 미들웨어의 구축에 노력하고 있다. 그리드 정보 서비스(Grid Information Service)는 그리드 내의 사용자, 관리자, 서비스, 하드웨어 등에 대한 제반 정보서비스를 제공하는 그리드(GRID) 미들웨어 내의

소프트웨어 컴포넌트(Component)이다[9,10,11]. 현재 그리드 정보 서비스(GIS)의 시스템 구조에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구는 궁극적으로 하드웨어, 소프트웨어, 서비스 등의 자원에 대한 효율적인 관리/탐색을 목표로 한다.

본 논문은 이러한 ENUM 서비스 지원 및 GRID 상의 서비스의 탐색에 활용될 수 있는 DNS의 NAPTR 자원레코드를 기반으로 서비스 탐색(Service Discovey) 기법에 대한 연구결과를 기술한다. 제안하는 시스템은 기존 DNS 시스템을 유지하며 NAPTR을 통하여 자원을 지원할 수 있도록 Proxy DNS의 구조를 갖는다. 또한 본 논문에서는 ENUM 서비스 시스템의 구축에 있어 필수적 핵심기술인 ENUM 서비스를 위한 DNS 시스템을 제안하고 실제 시험시스템 구축을 통한 그 구현의 용이성 및 확장성에 대한 결과도 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 이후 2장에서는 관련된 연구를 기술하고 3장에서는 제안하는 시스템을 소개하고 구현 결과를 제시하며 4장에서는 결론을 맺는다.

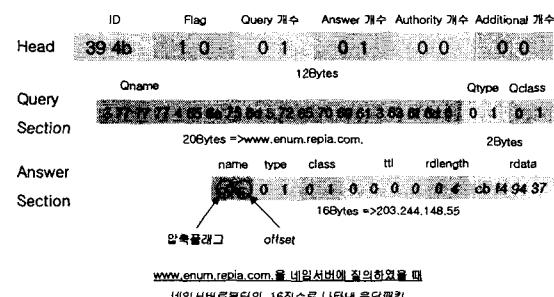


그림 2. 응답 패킷

2. 관련연구

2.1. DNS

DNS는 Domain Name Server의 약자로서 도메인과 인터넷 주소를 매핑 시켜주는 시스템이다. DNS는 계층적인 이름공간으로 구성되고 정보는 각 네임서버로 분산, 관리되는 위임구조를 가지고 있는 거대한 분산 데이터베이스 시스템이다.

실제로 인터넷에 접속된 사용자는 다른 컴퓨터와 통신을 위한 인터넷주소를 얻기 위하여 로컬 네임서버로 질의를 전달한다. 로컬 네임서버는 요청된 질의에 대한 데이터를 가지고 있으면 해당하는 인터넷주소를 사용

자에게 반환한다. 만약 로컬 네임서버가 요청된 데이터를 찾을 수 없으면 인터넷상의 다른 네임서버로 질의를 전달한다. 이러한 경우 로컬 네임서버의 질의는 DNS 계층구조의 최상의 루트 네임서버로부터 시작하여 해당하는 데이터를 찾을 때까지 서브도메인으로 질의를 전달하게 된다. 이와 같은 과정을 걸쳐 사용자는 도메인에 해당하는 인터넷주소를 얻을 수 있으며 나아가 해당하는 컴퓨터와 통신을 할 수 있다. 구현상에서 네임서버의 부하를 줄이기 위하여 네임서버는 도메인과 인터넷주소에 대한 정보를 캐쉬에 저장할 수 있다.

도메인 시스템 내에서 전달되는 모든 메시지들은 크게 질의패킷과 응답패킷 2가지로 나눌 수 있다. 각각의 패킷은 해더, 질의, 응답, 권한, 부가적 데이터 등 5개 부분으로 구성된다. 상황에 따라 응답, 권한, 부가적 데이터 부분은 없을 수도 있다.

[그림 1]은 “www.enum.requia.com”이란 도메인에 대한 질의패킷의 바이너리형식의 데이터를 보여주고 있다. [그림 2]는 “www.enum.requia.com”이란 도메인에 대한 응답패킷의 바이너리형식의 데이터를 보여주고 있다.

2.2. ENUM

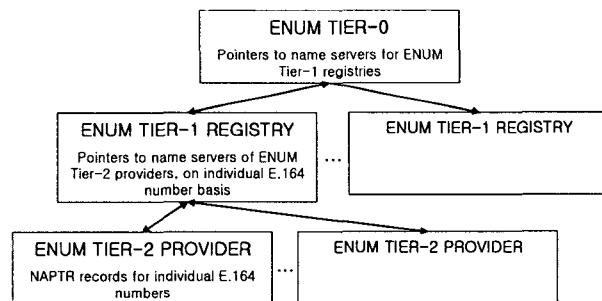


그림 3. ENUM 3-Tier 모델

ENUM은 tElephone/E.164 NUMber Mapping의 약자로서 E.164체계의 전화번호를 인터넷주소로 변환 할 수 있는 프로토콜로서 IETF RFC 2916에서 설명 되었다[1]. 이 프로토콜은 E.164체계의 전화번호와 전화번호에 대응되는 서비스 데이터를 도메인 규약에 적합하게 변환한 후 기존DNS의 NS(Name Server) 와 NAPTR 리소스 레코드를 이용하여 저장하고 또한 전화번호에 대응되는 가용 서비스를 찾을 수 있는 기능을 제공한다. ENUM의 운영계층은 [그림 3]과 같이 3티

어(Tier)모델로서 도메인 계층구조에서 E.164에 해당하는 TLD(Top Level Domain)은 “e164.arpa.”이고 실제로 각 서브도메인의 네임서버의 주소를 가지고 있으며 서브도메인은 NPA(Numbering Plan Area)에 따라 위임되고 최하위의 티어2 계층은 특정된 NAPTR 리소스 레코드를 저장하고 있다[5].

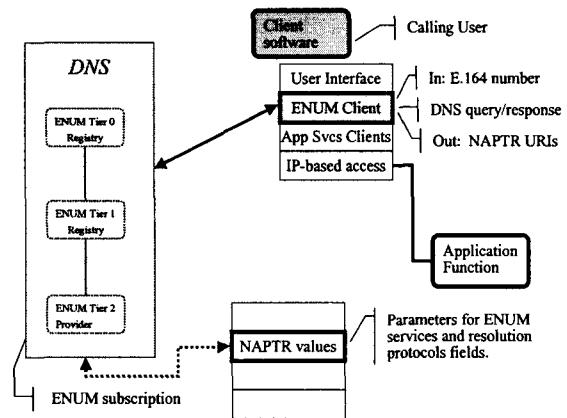


그림 4. ENUM에서의 서비스 탐색과정

[그림 4]는 ENUM 클라이언트가 전화번호를 입력으로 받아 DNS 서버에 대한 질의와 응답을 통하여 전화번호에 해당되는 서비스 데이터를 탐색하는 과정을 보여주고 있다. 그림에서와 같이 전화번호에 해당되는 서비스 데이터는 티어2의 ENUM 서비스제공자의 DNS에 NAPTR 리소스 레코드에 저장되어 있다.

2.3. NAPTR

NAPTR은 Naming Authority Pointer의 약자로서 E.164체계 전화번호에 해당하는 ENUM서비스 데이터를 DNS에 저장할 수 있는 리소스 레코드 타입으로서 IETF RFC 2915에서 설명되었다[6]. NAPTR 리소스 레코드는 그 이름에 의해 식별되는 특정한 노드에 접속 할 수 있는 유용한 방법을 확인할 수 있을 뿐만 아니라 E.164체계 전화번호를 포함한 특정한 도메인 네임을 위해 어떤 서비스가 존재하는지 아는데 사용되어진다. NAPTR 리소스 레코드는 기존의 일반적인 리소스 레코드보다 순서, 선호도, 서비스, 플래그, 정규표현식, 대치 등 6부분에 대한 내용이 추가되었다. 아래의 [표 1]은 DNS에서 특정 전화번호에 매핑 되어있는 다양한 서비스 데이터를 저장하고 있는 NAPTR을 포함하고 있는 존파일(Zone File)의 일부분을 나타낸 것이다.

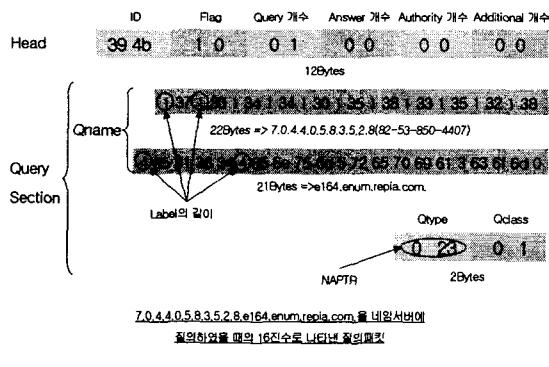


그림 5. 질의 패킷(NAPTR)

[그림 5]는 특정 전화번호에 해당하는 서비스 데이터를 탐색하기 위한 NAPTR지원 질의패킷의 바이너리 형식의 데이터를 보여주고 있다[7,8]. [그림 6]은 특정 전화번호에 해당하는 서비스 데이터의 탐색결과를 포함한 NAPTR지원 응답패킷의 바이너리형식의 데이터를 보여주고 있다[7,8].

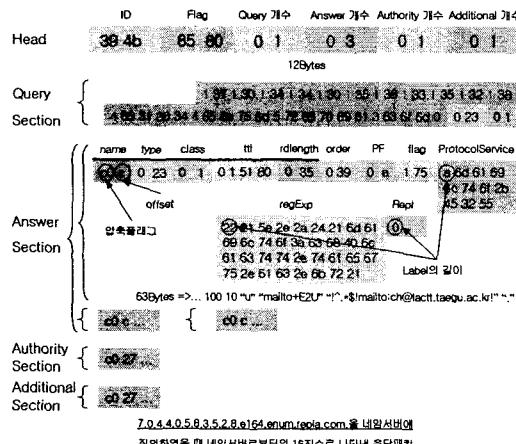


그림 6. 응답 패킷(NAPTR)

표 1. NAPTR RRs

```
7.0.4.4.0.5.8.3.5.2.8.e164.enum.requia.com.
in naptr 100 10 "u" /
"mailto+E2U" /
"!^.*$!mailto:ch@lactt.taegu.ac.kr!"
in naptr 100 10 "u" /
"sip+E2U" /
"!^.*$!sip:ch@lactt.taegu.ac.kr!"
in naptr 100 10 "u" /
"tel+E2U" /
"!^.*$!tel:+82538504407!"
```

3. 제안하는 시스템

본 논문에서 제안하는 Proxy DNS 시스템은 전화 번호를 입력으로 받아 E.164 DNS 변환 방식에 준하여 전화번호를 도메인 규약에 맞는 도메인 이름(DNS Name)으로 변환하여 실제 DNS 시스템에 질의를 전송한 후 DNS로부터 질의 결과인 ENUM 서비스 데이터를 포함하는 NAPTR(Naming Authority Pointer) 리소스 레코드를 해석하여 사용자에게 해당 전화번호에 등록되어 있는 서비스들에 대한 URI 목록을 제공하는 방식으로 동작한다.

3.1. 시스템 구성요소

Proxy DNS 시스템은 [그림 7]에서 보는바와 같이 5개의 모듈로 구성되며 그 기능과 동작은 다음과 같다. 리스너(Listener) 모듈은 클라이언트로부터의 패킷을 전달받아 메인(Main) 모듈에 넘겨주는 기능을 갖는다. 메인 모듈은 입력으로 받은 E.164 전화번호를 E.164 DNS에 준한 도메인 이름으로 변환한 후 이를 리졸버(Resolver) 모듈에게 넘겨준다. 리졸버 모듈은 전달받은 패킷을 실제 DNS 시스템에 질의한 후 해당 응답 패킷을 다시 메인 모듈로 전달하는 역할을 갖는다. 메인 모듈은 전달받은 패킷에서 NAPTR을 추출하고 사용자 응답 패킷을 생성한 후 레스폰서(Responser) 모듈에게 전달한다. 레스폰서 모듈은 최종적으로 사용자에게 질의에 대응하는 응답 데이터나 응답 데이터를 액세스할 수 있는 웹 서버의 주소를 되돌려준다.

3.1.1. 공유메모리기반의 멀티프로세스 기법

위에서 설명한 각각의 모듈은 전체적인 성능향상을 위하여 서로 독립적인 프로세스로 동작을 하며 프로세스간의 통신오버헤드를 최소화하기 위한 방법으로 공유메모리를 사용한다. 실제로 메인 모듈과 리스너 모듈, 리졸버 모듈은 큐에 관한 정보를 공유하고 모듈간의 데이터교환은 참조에 의한(call by reference) 전달 방식을 사용한다.

3.1.2. 멀티서버개념의 프로세스 풀

메인 모듈에 의하여 리졸버 모듈에 전달되는 실제 DNS로의 질의들은 서로 확률적으로 독립이라고 생각할 수 있다. 따라서 멀티서버개념의 프로세스 풀을 사

용함으로써 프로세스생성과 소멸에 따른 오버헤드를 줄일 수 있고 서로 다른 사용자로부터의 요구를 병행적으로 처리함으로서 질의에 대한 응답시간을 최소화할 수 있으며 이에 따른 전체적인 시스템의 성능향상을 얻을 수 있다. 또한 리졸버 모듈의 프로세스개수는 서버의 성능 및 질의량의 함수로 표현됨으로써 프로세스의 개수를 시스템에 맞게 동적으로 조절하고 있다.

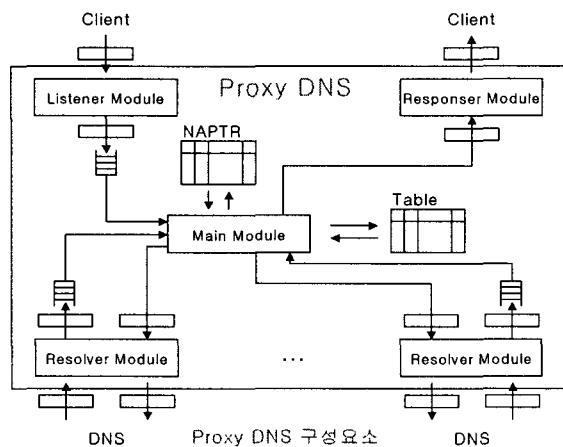


그림 7. Proxy DNS 구성요소

3.1.3. 풀링에 의한 프로세스 구동 기법

시스템에서의 데이터 흐름은 메인 모듈에 의해 제어되며 크게 메인 모듈로의 입력과 출력의 두 개의 흐름으로 구분할 수 있다. 출력흐름은 메인 모듈이 참조에 의한 전달방식을 사용하여 리졸버 모듈과 레스凡本网 모듈로 전달하여 프로세스가 구동된다. 입력흐름은 메인 프로세스가 입력 큐에 대한 풀링을 통하여 이루어진다. 이로서 얻을 수 있는 장점은 논블록킹(non-blocking)의 입력과 참조에 의한 데이터 전달을 통한 출력에 따른 성능향상이다. 메인 모듈을 제외한 다른 모듈들도 풀링에 의해 프로세스가 구동된다.

3.2. 주요한 알고리즘들

3.2.1. E.164 to DNS 변환 알고리즘

우선, 리스널 모듈에서 받은 패킷에서 국가 코드를 포함한 완전한 형태의 E.164체계 전화번호를 찾는다.

예를 들면 “+82-53-850-4407”. 여기서 “+”는 정규표현식이 작용하고 있는 E.164체계 전화번호임을 지시하고 즉 보통 도메인과의 구별을 위한 구별자의 역할을

한다. 다음, 숫자를 제외한 모든 문자들을 제거하고 각 숫자들 사이에 점(“.”)을 찍는다. 예를 들면 “8.2.5.3.8.5.0.4.4.0.7”와 같은 형태로. 마지막으로 숫자의 순서를 뒤집고 E.164체계 전화번호에 해당하는 TLD를 추가하여 도메인 규약에 적합한 형태로의 변환을 마친다. E.164체계 전화번호에 해당되는 TLD는 “e164.arpa.”이지만 본 논문에서는 테스트를 위한 TLD를 “e164.enum.requia.com.”으로 설정하였다. 그러므로 위의 예제의 E.164체계 전화번호에 해당되는 도메인 형태는 “7.0.4.4.0.5.8.3.5.2.8.e164.enum.requia.com.”이 된다.

표 2. 로컬 네임서버 설정

7.0.4.4.0.5.8.3.5.2.8.e164.enum.requia.com.

```

in naptr 100 10 "u" /
"mailto+E2U" /
"!^.*$!mailto:ch@lactt.taegu.ac.kr!" .
in naptr 100 10 "u" /
"sip+E2U" /
"!^.*$!sip:ch@lactt.taegu.ac.kr!" .
in naptr 100 10 "u" /
"tel+E2U" /
"!^.*$!tel:+82538504407!" .

```

8.2.6.6.0.5.8.3.5.2.8.e164.enum.requia.com.

```

in naptr 100 10 "u" /
"mailto+E2U" /
"!^.*$!mailto:hckim@lactt.taegu.ac.kr!" .
in naptr 100 10 "u" /
"sip+E2U" /
"!^.*$!sip:hckim@lactt.taegu.ac.kr!" .
in naptr 100 10 "u" /
"tel+E2U" /
"!^.*$!tel:+82538506628!" .

```

3.2.2. NAPTR 데이터 파싱 알고리즘

NAPTR 리소스 레코드에 포함된 필드중 순서, 선호도는 다중 NAPTR 리소스 레코드가 반환되어질 때 처리되어져야 하는 순서를 정의하고 서비스, 플래그, 정규표현식, 그리고 대치는 E.164체계 전화번호에 해당하는 서비스 데이터를 기술하는데 사용되어진다. 그중 정규표현식과 대치는 서비스의 데이터를 포함하거나 서비스 데이터를 포함할 수 있는 다른 서버의 정보를 가

지고 있다. 정규표현식은 다시 구분자에 의하여 POSIX 확장 정규표현식과 정규표현식 대치로 나누어 진다. 입력된 이름은 POSIX 확장 정규표현식과의 매칭을 통하여 정규표현식 대치의 내용에 의하여 서비스 데이터 혹은 새로운 이름(도메인 이름)을 만들어 낸다.

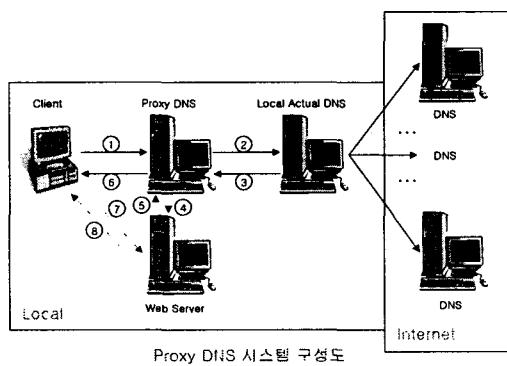


그림 8. ENUM 지원 Proxy DNS 시험시스템 구성도



그림 9. 웹 브라우저 상에서의 입력화면과 출력화면

예를 들면 “!^.*\$!mailto:ch@lactt.taegu.ac.kr!” 정규표현식 중 “!”는 구분자를 나타내고 “^.*\$”는 POSIX 확장 정규표현식인데 매칭 가능한 모든 문자열을 나타내고 “mailto:ch@lactt.taegu.ac.kr”은 E.164체계에 해당하는 서비스 데이터인 메일주소이다. 입력된 이름은 POSIX 확장 정규표현식과의 매칭과 정규표현식 대치를 통하여 전화번호에 해당하는 서비스 데이터인 메일주소 “ch@lactt.taegu.ac.kr”를 반환하게 된다.

3.2.3. NAPTR 데이터 처리 알고리즘

리졸버 모듈에서 되돌려 받은 응답 패킷은 상술한 NAPTR의 파싱과정을 걸쳐 특정된 전화번호에 대응되는 서비스 데이터와 질의를 한 사용자 정보와 함께 사용자가 접근 가능한 웹 서버에 저장을 한다. 메인 모듈은 그 웹 서버의 인터넷주소를 질의의 응답내용으로 패킷을 생성하여 레스펜스 모듈을 거쳐 사용자에게 되돌려준다.

돌려준다.

3.2.4. NAPTR 데이터 접근 알고리즘

응답 패킷을 받은 사용자(웹 브라우저 사용자)는 다시 웹서버로 HTTP를 이용하여 접근을 시도하고 웹서버는 사용자의 정보를 분석하여 저장하였던 E.164 체계 전화번호에 해당하는 서비스 데이터들을 최종적으로 사용자의 웹 브라우저 화면에 보여주게 된다.

3.3. 구축환경 및 동작 검증

제안하는 Proxy DNS를 구현한 후 이를 이용하여 ENUM 지원 시험시스템을 구축하였다. 본 Proxy DNS 시스템 구성도 및 동작 절차를 [그림 8]에 나타내었다.

제안하는 시스템은 Linux 플랫폼에서의 BIND 9.2 버전을 기반으로 구축되었고 [표 2]와 같이 전화번호 “+82-53-850-4407”과 “+82-53-850-6628”에 대한 서비스 데이터인 전화번호, SIP 및 전자메일주소 등 다양한 서비스 데이터를 매핑시켜 DNS의 존파일(Zone file)에 NAPTR 리소스 레코드로 등록하였고 그리고 테스트를 위한 TLD는 “e164.enum.requia.com.”을 사용하였다.

실험결과 [그림 9]와 같이 웹 브라우저 상에서 Proxy DNS의 동작을 검증할 수 있었다. 왼쪽 그림은 웹 브라우저 상의 전화번호 입력화면이고 오른쪽 그림은 해당 전화번호에 매핑 된 가용한 서비스 데이터들의 출력 리스트화면을 보여주고 있다. 사용자는 탐색된 서비스 목록을 이용하여 해당 응용서비스에 연동시킬 수 있다.

4. 결 론

본 논문은 이러한 ENUM 서비스 지원 및 GRID 상의 서비스의 탐색에 활용될 수 있는 DNS의 NAPTR 리소스 레코드 기반의 서비스 탐색(Service Discovery) 기법에 대한 연구결과를 기술함으로써 궁극적으로 NAPTR을 통하여 DNS의 존파일에 등록된 서비스의 탐색의 가능성을 제시하고 있다.

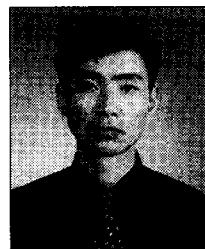
본 논문에서 제안하는 ENUM 서비스를 지원하기 위한 Proxy DNS 시스템의 가장 큰 특징은 기존의 DNS체계를 유지한다는 점에 있다. 인터넷에는 무수히 많은 종류의 프로토콜과 응용프로그램의 적용 시 예상치 못한 결과를 초래할 수 있는 요소가 존재하고 있다.

이에 반해 Proxy DNS는 인터넷을 통해 정보를 제공하는 기관이나 업체는 손쉽게 ENUM 서비스를 제공할 수 있으며 사용자들도 보다 쉽게 원하는 정보에 접근 할 수 있다. 또한 웹 브라우저의 응용뿐만 아니라 DNS를 이용하는 모든 인터넷응용프로그램에서 약간의 수정을 걸쳐 사용을 할 수 있다는 구현의 용이성 및 확장성측면에서도 장점을 갖는다. 제안하는 Proxy DNS 시스템의 단점이라면 기존의 네임서버와는 별도의 Proxy DNS서버가 필요하다는 점이다. 이는 향후 ENUM의 표준화와 개발에 따라 BIND자체나 웹 브라우저와 같은 응용프로그램에 통합될 수 있을 경우 해결 될 수 있다.

본 논문에서 제안하는 Proxy DNS는 향후 실제 ENUM 서비스 구축에 있어 ENUM 지원 DNS 구축 기술로 활용할 수 있다. 또한 본 연구결과가 국내외 최초의 ENUM 지원 DNS 기술 및 그 구현이라는 점에서 현재 진행되고 있는 각종 ENUM 표준화의 검증 및 응용서비스 기술 개발에 ENUM 지원 DNS 시험시스템으로 활용되어 ENUM 서비스 실용화를 앞당길 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] P. Faltstrom, "E.164 number and DNS", RFC2916, September. 2000
- [2] NeuStar's ENUM Public Trial Official Web Site, <http://www.enum.org/>
- [3] ITU ENUM Activities Home Page, <http://www.itu.int/osg/spu/infocom/enum/>
- [4] KRNIC, <http://www.enum.or.kr/>
- [5] ENUM Forum Home Page, <http://www.enum-forum.org/>
- [6] M. Mealling, "The Naming Authority Pointer (NAPTR) DNS Resource Record", RFC2915, September. 2000
- [7] P. Mockapetris, "DOMAIN NAMES - CONCEPTS AND FACILITIES", RFC1034, November. 1987
- [8] P. Mockapetris, "DOMAIN NAMES - IMPLEMENTATION AND SPECIFICATION", RFC1035, November. 1987
- [9] I. Foster, at al, "The Anatomy of GRID Architecture", J. of Supercomputing Applications, 2001
- [10] K. Czajkowski, at al, "Grid Information Services for Distributed Resource Sharing", In Proc. of 10th IEEE International Symposium on High Performance Distributed(HDPC-10), 2001
- [11] K. Czajkowski at al, "A Resource Management Architecture for Metacomputing Systems", In Proc of 4th Workshop on Job Scheduling strategies for Parallel Processing, pp 62-82, 1998



권 성 호 (Chenghao Quan)

1992년 (중)연변대학교 전자공학과 졸업
2001년 대구대학교 대학원 정보통신공학과(공학석사)
2001년 3월 ~ 현재 대구대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정

관심분야: ENUM, GRID, 컴퓨터 네트워크



김 희 철 (Hiecheol Kim)

1983년 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1991년 University of Southern California (Computer Eng. M.S.)

1996년 University of Southern California (Computer Eng. Ph.D.)
1983년 ~ 1988년 (주)삼성전자 주임연구원
1996년 ~ 1997년 (주)삼성SDS 수석연구원
1997년 ~ 현재 대구대학교 공과대학 정보통신공학부 교수

관심분야: GRID, 병렬처리, 컴퓨터구조, 컴파일러