

캠퍼스 네트워크에 IPv6 망 구현에 관한 연구

고봉구, 이중열

전북대학교 정보전산원

e-mail : kgb@chonbuk.ac.kr ljj@chonbuk.ac.kr

A Study on Implementation of IPv6 for Campus Network

Bong-Gu Ko*, Jung-Yul Lee*

*Information and Computing Center, Chonbuk University

요 약

1998 년 IETF 에서 표준화 된 IPv6 의 도입은 시기에 대한 의견이 분분하지만 IPv4 의 주소 부족을 해결하기 위해 향후 도입하게 될 것이다. 그래서 본 논문에서는 차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6 의 기본적인 주소구조와 특징, IPv4 와 IPv6 를 비교 설명하였고 실제로 IPv6 망을 구현하기 위해 IPv6 주소 신청절차, 라우터 설정방법, 두 가지 OS(윈도우와 리눅스)의 호스트 설정방법 등을 기술하였으며 전북대학교와 KreoNet 과의 IPv6 망 구현결과를 제시하였다.

1. 서론

21 세기 지식정보화사회에서 가장 중요한 것 중에 하나가 인터넷이다. 이 인터넷은 전 세계 1 억 개 이상의 컴퓨터들이 연결된 세계 최대의 통신 네트워크로 모든 개인을 하나로 묶는 광범위한 정보 인프라의 역할을 하고 있으며 사용자들이 인식할 수 없을 정도로 우리들 생활과 아주 밀접하다.

현재 사용하고 있는 32 비트의 IPv4 인터넷 주소는 클래스개념의 주소할당방법을 사용함으로 인해 비효율적으로 사용되어 왔다.(실제 유효주소의 15%내외만 사용) 최근 인터넷 호스트의 증가와 이동전화, 스마트 정보가전(인터넷 TV, 전화)등과 같은 제품들을 통한 가정에서의 인터넷접속 증가로 인하여 IP 주소 부족 문제가 대두되고 있다. 이런 부족 현상을 해결하기 위해 기존 IPv4 주소공간을 재구성하는 CIDR, NAT, DHCP 등을 이용한 방식을 사용하고 있지만 이 방법들은 주소 부족 문제를 해결하지는 못했다.

이런 주소 부족 문제를 해결하기 위해 IETF (Inter-net Engineering Task Force)는 1998 년 128 비트의 주소공간을 갖는 차세대 인터넷 프로토콜(IPv6)을 표준화 하였다. IETF 에 의해 표준화된 IPv6 는 충분한

주소를 제공할 뿐만 아니라 보안(Security)을 강화하였고 이동성(Mobility)을 지원하며 인터넷 품질(QoS)에 대한 고려가 가능하다는 장점을 제공한다.

그래서 본 연구에서는 IPv6 의 주소구조, IPv4 와 IPv6 의 특징에 대해서 2 장에서 기술하였으며, IPv6 의 주소를 할당받는 방법 및 이를 통한 캠퍼스망의 구현에 대해서는 3 장에서 기술하였다. 마지막으로 4 장에서 결론을 맺고 마친다.

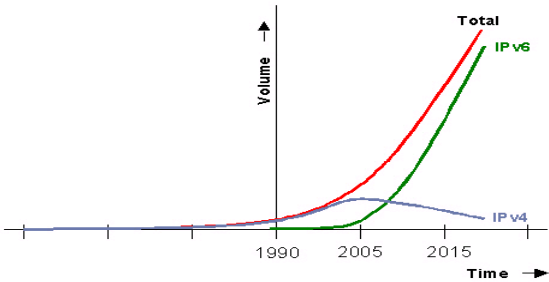
2. IPv6

본 장에서는 IPv4 와 IPv6 를 비교설명하고 IPv6 로의 진이 기술에 대해서 기술한다.

IPv6 주소에는 128 비트의 주소 체계로 16 비트를 한 블록으로 하는 8 개의 블록으로 구성되며 각 블록은 콜론(:)으로 구분한다. 그리고 이 구조를 더욱 간단하게 하기 위해 연속되는 0 을 압축하여 :: 으로 압축하여 사용할 수 있다.

인터넷에 대한 모든 기술 및 표준화를 다루는 IETF 에서는 2010 년경 IPv4 주소가 고갈될 것으로 예측하고 있다. 그러나 IPv6 는 128 비트 주소공간을 사용함으로써 약 $[43 \text{ 억} \times 43 \text{ 억} \times 43 \text{ 억} \times 43 \text{ 억}]$ 개의 무한대적으로 주소를 할당할 수 있기 때문에 충분한 주소공간을 갖게된다.

“ 이 논문은 2003 년도 전북대학교의 지원연구비에 의하여 연구되었음 ”



[그림 1] IP 수요 예측 그래프

IPv4 는 주소의 부족문제 외의 다른 제약사항으로는 프로토콜상의 문제로 최선 전달 우선 정책으로 인해 기타 다른 프로토콜의 도움을 받아야만 동작 할 수 있다는 점이다. 따라서 IPv4 는 여러 ARP, RARP, ICMP, IGMP 과 같은 프로토콜들과 같이 사용되어야 한다. 또 다른 문제로는 보안상의 문제를 들 수 있다 IPv4 에서는 보안을 위한 IPsec 과 같은 다른 프로토콜을 사용해야만 한다. 그러므로 이를 처리하기 위한 계층을 구성하고 개별처리하기 위한 오버헤드를 갖게 된다. 그러나 IPv6 는 IPsec 을 IPv6 내에 기본 탑재해, IP 상의 보안문제를 해결하였다.

기타 IPv6 추가 기능으로는 IPv4 에서 제공하지 않던 QoS 기능을 헤더 내에 traffic class 및 flow label 필드를 통해서 제공할 수 있도록 설계되었다. 이를 통해서 IPv4 에서 제공하지 못했던 양질의 서비스의 제공이 가능해졌다. IPv6 에서는 IPv4 에 비해 단순한 헤더를 가지고 있으며, 추가적으로 필요한 정보들에 대해서는 확장 헤더를 통해서 쉽게 지원가능하도록 하였다. 이를 통해서 IP 계층에서의 빠른 처리가 가능해졌다. 기타 다른 사항으로는 ARP, RARP 등과 같이 패킷을 전송하기 위해 사용하는 기본 프로토콜을 사용하지 않고 IPv6 패킷만을 통해서 전송할 수 있도록하였다. IPv6 에서는 자동 IP 할당기능을 제공하고 있어 IPv4 에서와 같은 IP 자동할당을 위한 수동설정이나, DHCP 과 같은 것은 필요하지 않다.

기존의 IPv4 에서 IPv6 로 전환함에 따라 두 주소 체계의 공존이 한동안 지속될 것으로 예측되고 있으며 이에 따라 IPv4/IPv6 전환 기술의 필요성이 대두되었다. IPv6 전환 기술의 표준화는 IETF 의 WG 중 하나인 NGTrans WG 에서 이루어지고 있으며 전환 기술에 로 IPv4/IPv6 Translation, IPv4/IPv6 Dual Stack, Tunneling 등이 있다.

IPv4/IPv6 Translation 기술은 기존의 IPv4 에 적합하게 구현된 응용을 IPv6 에서도 가능하도록 하는 기술을 의미하며, IPv4/IPv6 네트워크간의 게이트웨이에 Translator 라는 변환기를 사용함으로써 구현된다. Dual Stack 은 완전한 IPv4 와 IPv6 의 호환을 지원하는 방법으로 호스트와 라우터에서 IPv4 주소와 IPv6 의 주소를 함께 지원하는 방법이다. Dual Stack 은 기존의 IPv4 에 IPv6 의 주소를 추가로 가지고 있어 각각의 주소를 이용하여 네트워크를 구성할 수 있다는 장점이 있다. IPv6-In-IPv4 Tunneling 은 IPv6 데이터그램을 IPv4 패킷에 캡슐화하여 IPv4 네트워크

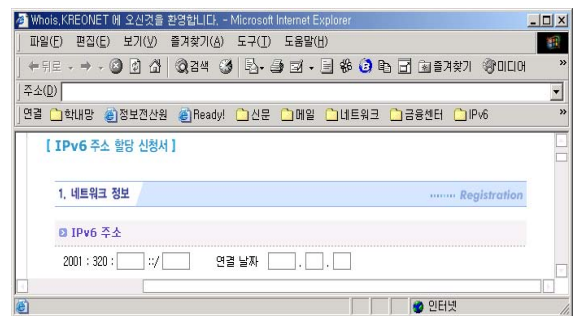
상에 전송하는 방법을 의미한다.

3. 구현

3-1. IPv6 주소 받기

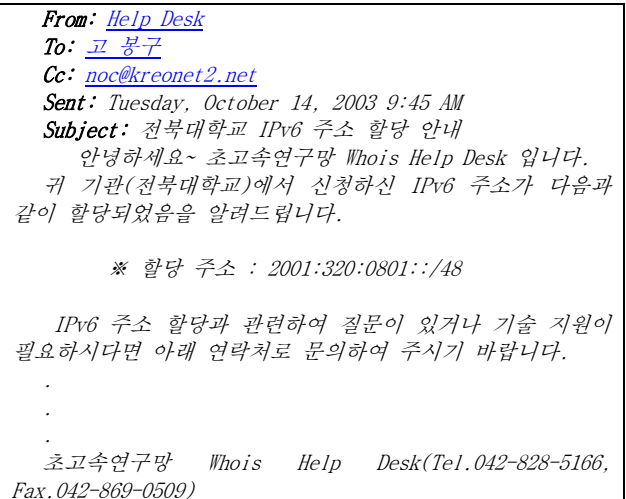
IPv6 망을 구현하기 위해서 가장 먼저 해야 할 작업은 IPv6 주소를 할당 받는 것인데 다음과 같은 절차에 의해 신청하여 주소를 할당 받게 된다.

IPv6 주소를 신청하기 한국인터넷진흥원에 접속하여 IPv6 주소를 받을 ISP 를 선택하고, 그 기관의 담당자를 통해서 부여를 받는다. 본고는 IPv6 주소를 부여하는 ISP 중 한국과학기술정보연구원에서 부여하기로 결정하고 관리자정보를 수집했다. 한국과학기술정보연구원 홈페이지 접속 후 IPv6 주소 신청 사이트에 연결 신청서[그림 2]에 필요한 자료를 입력하였다.



[그림 2] ipv6 주소 신청 양식

일정시간 경과 후 IPv6 주소 할당된 내용을 E-mail 로 통보 받았다.



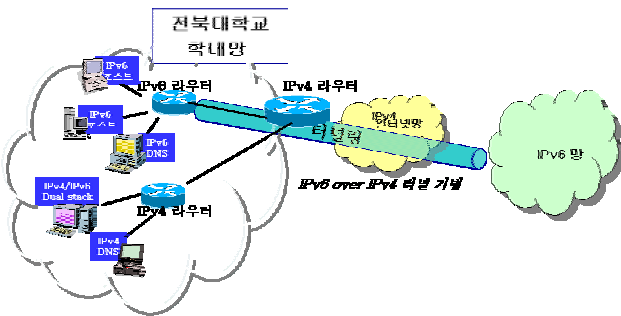
3-2. IPv6 망 구현

IPv6 망 구현을 위한 라우터 설정 및 호스트 시스템의 환경에 따른 설정에 관하여 기술한다.

IPv6 프로토콜을 라우터 및 호스트 시스템에서 구동 시키기 위해서는 이를 지원하는 운영체제가 설치되어야 한다. IPv6 망 구현을 위해 운영체제로 IOS - 12.2 를 탑재하고 있는 시스코 7200 series 라우터를 사용하였으며, 기타 호스트 장비로는 INTEL 프로세서 시스템을 사용하였다. 호스트 장비들의 운영체제는

각각 윈도우 XP, 리눅스 7.1 를 탑재하였다. 기타 네트워크장비로는 스위치 CISCO Catalyst 3500 를 사용하였으며, IPv4 인터넷 망을 통과하기 위한 전환기술로는 IPv6 over IPv4 터널링 방법을 사용하였다.

이번 구현을 위해 본교는 KreoNet 과 연동하였다 [그림 3]. 본 대학의 IPv6 용 라우터는 논리적으로 IPv4 네트워크를 통과하여 KreoNet 측의 IPv6 용 라우터에 터널링을 통하여 연결되었으며 설정에 관한 부분은 아래에서 기술한다.



[그림 3] 전북대학교와 KreoNet IPv6 over IPv4 터널

전북대학교에 설치된 IPv6 용 라우터의 IPv6 관련 설정을 보이고 있다 [그림 4]. Interface Tunnel12 는 본 대학과 접속하는 KreoNet 과의 터널링 설정을 위한 부분으로 KreoNet 의 인터페이스 IP 는 2001:320:1A10:1::2/64 이며 본 대학의 라우터의 인터페이스 IP 는 2001:320:801:1::1/64 로 설정되었다.

```

선택 C:\WINNT\system32\cmd.exe - telnet 210.117.177.1
?
interface Tunnel12
description "KreoNet-Jeonbuk Univ."
no ip address
ipv6 address 2001:320:1A10:1::2/64
ipv6 enable
tunnel source FastEthernet0/1
tunnel destination 134.75.20.75
tunnel mode ipv6ip
?
interface FastEthernet0/0
ip address 210.117.177.1 255.255.255.0
speed 100
full-duplex
ipv6 address 2001:320:801:1::1/64
?
interface FastEthernet0/1
ip address 210.117.178.90 255.255.255.252
speed 100
full-duplex
    
```

[그림 4] 전북대 IPv6 라우터 설정

```

interface Tunnel12
-> 터널링
description "KREONet2-Jeonbuk Univ."
no ip address
no ip route-cache distributed
ipv6 address 2001:320:1A10:1::1/64
ipv6 enable
tunnel source GigabitEthernet4/0/0
tunnel destination 210.117.178.90
tunnel mode ipv6ip
ipv6 route 2001:320:801::/48 Tunnel12
-> kreoNet 에서 전북대로 static 라우팅하는 부분
    
```

[그림 5] KreoNet IPv6 라우터 설정

3-3 단말 장비에 IPv6 구현

windows XP 시스템과 리눅스 시스템에서 ipv6 설정은 다음과 같다.

- Windows XP 설정

windows XP 의 경우 기본적으로 운영체제 내에 IPv6 프로토콜이 포함되어있는 경우로 service Pack 1 을 설치한 후 [그림 6]에서와 같이 실행 시키면 IPv6 프로토콜이 동작한다. IPv6 프로토콜이 정상적으로 동작하는지 확인하기 위해서는 "ipv6 if" [그림 7]과 같은 명령으로 확인 할 수 있다. [그림 8]을 통해 IPv6 프로토콜이 인터페이스에 정상적으로 적용되었음을 확인할 수 있다

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\W>ipv6 install
Installing...
Succeeded.
C:\W>
    
```

[그림 6] IPv6 프로토콜 구동

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\W>ipv6 if
Interface 5: Teredo Tunneling Pseudo-Interface
Guid {052DFA69-C41C-46FC-BCAB-7463AC8A136D}
zones: link 5 site 2
    
```

[그림 7] IPv6 인터페이스 연결 정보

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Interface 4: Ethernet: 로컬 영역 연결
Guid {E1D63326-38BE-407B-A045-34A35498C0D0}
uses Neighbor Discovery
uses Router Discovery
link-layer address: 00-00-f0-6e-41-15
preferred global 2001:320:801:1:80b6:385e:62ca:9dd8, life 51s (temporary)
preferred global 2001:320:801:1:200:f0ff:fe6e:4115, life 51s (public)
preferred link-local fe80::200:f0ff:fe6e:4115, life infinite
multicast interface-local ff01::1, 1 refs, not reportable
multicast link-local ff02::1, 1 refs, not reportable
multicast link-local ff02::1:ff6e:4115, 2 refs, last reporter
multicast link-local ff02::1:ffca:9dd8, 1 refs, last reporter
link MTU 1500 (true link MTU 1500)
current hop limit 64
reachable time 18500ms (base 30000ms)
retransmission interval 1000ms
DAD transmits 1
default site prefix length 48
Interface 3: 6to4 Tunneling Pseudo-Interface
Guid {A995346E-9F3E-2EDB-47D1-9CC7BA01CD73}
does not use Neighbor Discovery
does not use Router Discovery
    
```

[그림 8] 인터페이스 및 ip 자동 할당 내역 확인

- 리눅스 시스템 설정

리눅스 시스템에서 IPv6 를 구동하기 위해서는 관련 파일 몇 개를 설정하여 주어야한다. 호스트 시스템을 터널링 하기 위해서는 /etc/sysconfig/network 파일을 [그림 9]과 같이 설정해야 한다.

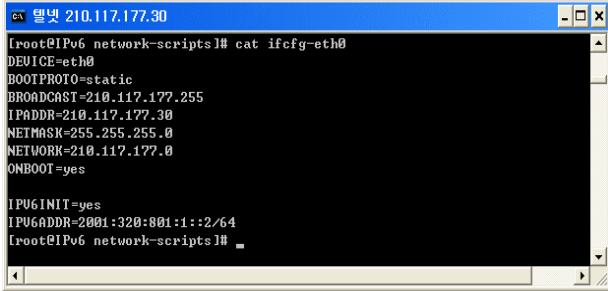
```

telnet 210.117.177.30
[root@IPv6 sysconfig]# cat network
NETWORKING=yes
HOSTNAME=IPv6
GATEWAY=210.117.177.1
GATEWAYDEV=eth0

NETWORKING_IPV6=yes
IPv6_AUTOCONF=no
IPv6_AUTOTUNNEL=no
IPv6_TUNNELMODE=IP
[root@IPv6 sysconfig]#
    
```

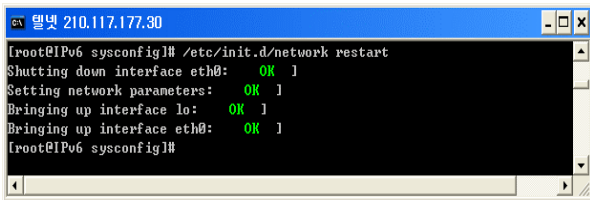
[그림 9] 리눅스 시스템 설정 파일

인터페이스 설정 파일인 /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0 는 [그림 10] 같이 설정해야 한다.



[그림 10] 리눅스 시스템 설정 파일

설정파일을 변경시킨 후에는 [그림 11]과 같이 터널링을 위한 network 파일을 실행시키면 네트워크 데몬이 재시작 함으로써 IPv6 가 동작하게 된다.

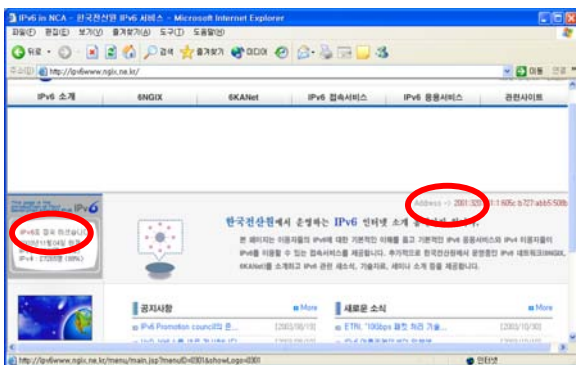


[그림 11] 데몬 재시작

- 앞에서 IPv6 으로 설정한 라우터 및 호스트 시스템들을 통하여 IPv6 응용프로그램들을 테스트 한다.

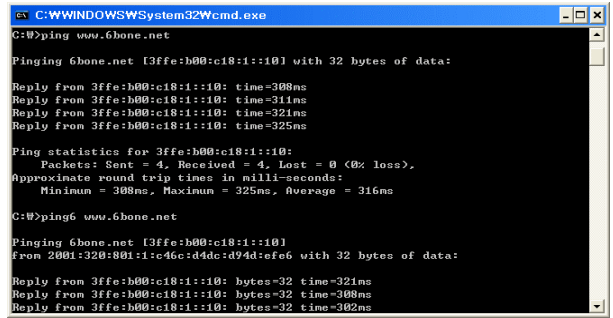
- IPv6 전용 웹사이트 접속

[그림 12]는 전북대학교 IPv6 용 호스트에서 한국전산원에서 운영하는 IPv6 전용 웹사이트인 ipv6www.ngix.ne.kr 을 접속한 화면을 보이고 있다. 왼쪽의 원 안쪽을 보면 IPv6 로 접속했음을 알 수 있으며 오른쪽 원 안쪽을 보면 전북대학교 IP 임을 확인 할 수 있다.



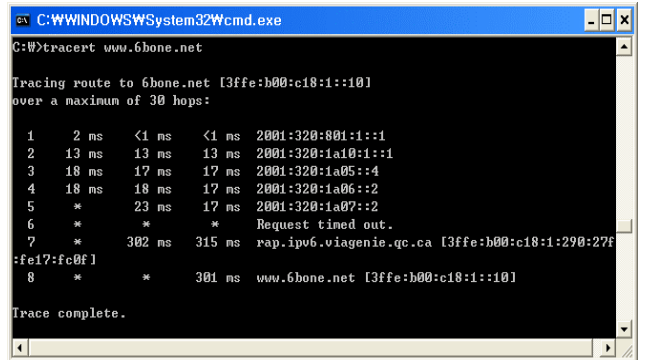
[그림 12] IPv6 전용 웹사이트 접속

[그림 13]에서는 www.6bone.net 와 ping6 를 통하여 테스트한다



[그림 13] ping6 를 통한 테스트

[그림 14]에서는 www.6bone.net 과의 연결 경로를 traceroute 로 보이고 있다.



[그림 14] traceroute6 를 통한 테스트

4. 결론

본 논문에서는 IPv4 프로토콜의 제약점을 IPv6 프로토콜과 비교하여 기술하였으며, 또한 IPv4 네트워크가 IPv6 네트워크로 변환되기 위해서는 IPv6 는 IPv4 와 공존해야 하는데 이때 필요한 변환 기술들에 대해서 설명하였다.

그리고 IPv6 주소 신청방법에 대해서 기술하였으며, KRNIC 을 통해 받은 IPv6 주소를 가지고 IPv6 망을 구현하여, 테스트 한 결과를 보였다. 향후, 추가 연구를 통해서 전체 IPv6 망으로 전환했을 경우에 발생하는 문제점을 찾고, 이를 위한 해결방안을 제시할 것이다.

참고문헌

[1] IPv6 동향 2003 (정보통신부 & 한국전산원, 2003)
 [2] 차세대 인터넷 응용서비스/기술 연계도 및 서비스 모델 연구 (한국전산원,2001)
 [3] 2002 한국인터넷 백서 (한국전산원, 2002)
 [4] <http://www.kren.ne.kr/>
 [5] <http://www.ipv6.or.kr/>
 [6] <http://app.ngi.or.kr/>
 [7] <http://www.nic.or.kr/>