

IPv6 포럼 코리아 기술문서 2001-003

무단복제 금지



## IPv6 PC 라우터 및 호스트 설치 및 설정 방법 (FreeBSD 4.2)

IPv6 PC Router & Host Configuration (for FreeBSD 4.2)

정재훈 (J. H. Jeong) ETRI  
이승윤 (S. Y. Lee) ETRI  
김용진 (Y.J. Kim) ETRI

### 목차

1. FreeBSD 운영체제 설치
  2. 네트워크 구조
  3. 네트워크 인터페이스의 IPv6 주소 지정
  4. 터널 인터페이스 설정
  5. IPv6 라우팅 테이블의 디폴트 게이트웨이 엔트리 설정
  6. PC 라우터의 작동 및 검사
  7. IPv6 호스트 설치 및 설정
- APPENDIX: rc.conf (PC-Router 네트워크 설정파일 예)

# IPv6 PC 라우터 및 호스트 설치 및 설정 방법 (FreeBSD 4.2)

IPv6 Host & PC Router Configuration (for FreeBSD 4.2)

정재훈 (J. H. Jeong) ETRI  
이승윤 (S. Y. Lee) ETRI  
김용진 (Y.J. Kim) ETRI

본 문서는 FreeBSD 4.2 운영체제를 이용하여, IPv6 Network 구축을 위한 IPv6 PC 라우터와 호스트의 설치와 설정 방법을 설명하고, 터널링(Tunneling)을 통한 다른 IPv6 Network과의 연동 방법을 기술한다.

## 1. FreeBSD 운영체제 설치

- A. <http://www.kr.freebsd.org/handbook/install.shtml> 에 설명된 인스톨 가이드를 참고해서 FreeBSD를 설치한다.
- B. PC 라우터를 구성하므로 두 개 이상의 NIC(Network Interface Card)를 해당 PC에 설치한다. (참고로 본 고에서는 NIC로써 두개의 3Com 3c905B-TX Fast EtherLink XL을 사용하였다.)
- C. 따라서, FreeBSD를 설치하는 컴퓨터의 NIC는 2개이고 모두 3Com 3c905B-TX Fast EtherLink XL이라고 전제한다.
  - 가) 첫번째 네트워크 디바이스 명칭 : xl0
  - 나) 두번째 네트워크 디바이스 명칭 : xl1

## 2. 네트워크 구조

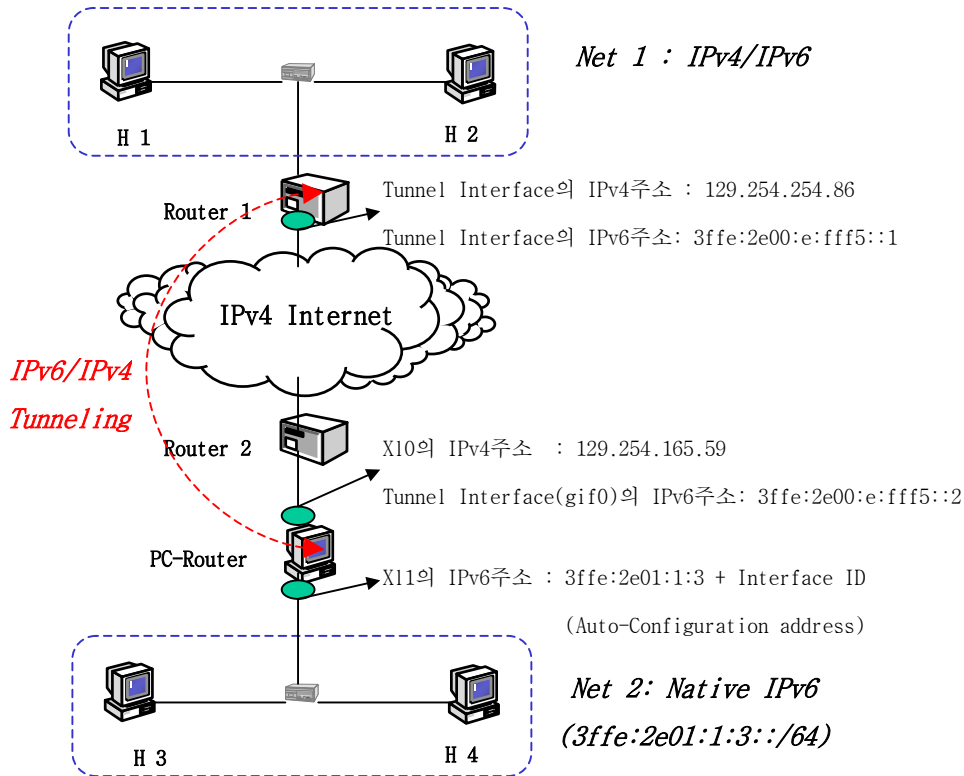


그림 1. Tunneling Network 구조

그림1과 같이 PC-Router와 Router 1을 터널링(Tunneling)하고자 한다. PC-Router는 IPv6 Prefix 3ffe:2e01:1:3::/64를 할당 받아서 Router 1과 IPv6 over IPv4 Tunneling을 한다. Router 1의 TEP(Tunneling End Point) IPv4 주소는 129.254.254.86이고, PC-Router의 TEP IPv4 주소는 129.254.165.59 이다. Router 1의 TEP IPv6 주소는 3ffe:2e00:e:fff5:1이고, PC-Router의 TEP IPv6 주소는 3ffe:2e00:e:fff5:2이다.

## 3. 네트워크 인터페이스의 IPv6 주소 지정

### A. 가정

- 가) 할당받은 IPv6 Prefix는 3ffe:2e01:1:3::/64이다.
- 나) PC-Router의 x10 IPv4 주소는 Router 1과 터널링되는 IPv4 주소이다.
- 다) Prefix 3ffe:2e01:1:3::/64의 Subnet은 PC-Router의 x11과 직접 연결되어 있다.

- 라) xl1의 주소는 Autoconfiguration에 의해 IPv6 주소를 부여 받지만, Prefix 3ffe:2e01:1:3::와 임의의 값(1)을 결합시켜 유일한 IPv6주소(3ffe:2e01:1:3::1)를 배정함  
(PC-Router가 관장하는 Link-local Network의 Host가 default-gateway로 PC-Router를 지정할 때 필요함)
- 마) PC-Router의 gif0는 Router 1과 터널링할 때 이용되는 Tunnel interface이다.
- B. Kernel Network Information Table에 IPv6 기능에 필요한 정보 제공  
: /etc/rc.conf (네트워크 설정 파일)에 다음의 엔트리들을 포함시켜야 한다.

```

ipv6_enable="YES"      # Set to YES to set up for IPv6.
ipv6_network_interfaces="xl0 xl1 lo0"      # List of network interfaces (or "auto").
ipv6_prefix_xl1="3ffe:2e01:1:3"      # Prefix for router advertisement
ipv6_ifconfig_xl1="3ffe:2e01:1:3::1 prefixlen 64"      # Alias entry
ipv6_gateway_enable="YES"      # Set to YES if this host will be a gateway.
rtadvd_enable="YES"
# Set to YES to enable an IPv6 router advertisement daemon. If set to YES, this router
# becomes a possible candidate IPv6 default router for local subnets.
gif_interfaces="gif0"      # List of GIF tunnels (or "NO").
ipv6_firewall_enable="NO"# Set to YES to enable IPv6 firewall functionality

```

#### 4. 터널 인터페이스 설정

- A. Router 1의 IPv4 주소가 129.254.254.86이라고 가정
- B. PC-Router의 Tunnel interface인 gif0의 물리적 Interface x10의 IPv4 주소가 129.254.165.59라고 가정
- C. gif0 interface에 Tunnel 정보를 입력함  
: /etc/rc 에 다음 엔트리를 추가한다.

```
# Setup of Tunnel
/usr/sbin/gifconfig gif0 129.254.165.59 129.254.254.86
/sbin/ifconfig gif0 inet6 3ffe:2e00:e:fff5::2 3ffe:2e00:e:fff5::1 prefixlen 64
```

#### 5. IPv6 라우팅 테이블의 디폴트 게이트웨이 엔트리 설정

- A. Router 1의 TEP IPv6 주소를 IPv6 default-gateway 주소로 설정
  - 가) Router 1의 TEP IPv6 주소: 3ffe:2e00:e:fff5::1이다.
  - 나) PC-Router의 gif0가 Router 1의 TEP 3ffe:2e00:e:fff5::1와 연결되게 됨
- B. PC-Router의 상대방 TEP IPv6 주소를 default-gateway로 설정  
: /etc/rc 에 다음 엔트리를 추가한다.

```
# Setup of IPv6 default-gateway
/sbin/route add -inet6 default 3ffe:2e00:e:fff5::1
```

#### 6. PC 라우터의 작동 및 검사

- A. PC-Router를 재 부팅한다.
- B. 네트워크 인터페이스 x10, x11 그리고 gif0가 제대로 설정되었는지 확인
  - 가) 그림 2와 같이 ifconfig 명령(> ifconfig -a)으로 확인함
  - 나) x11에 IPv6 주소 3ffe:2e01:1:3::1/64 가 설정되어있는지 확인
  - 다) gif0의 TEP IPv6 주소(3ffe:2e00:e:fff5::2)가 Router 1의 TEP IPv6 주소 (3ffe:2e00:e:fff5::1)와 제대로 연관되어 있는지 확인
- C. 라우팅 테이블에서 IPv6 default-gateway가 Router 1의 IPv6 주소로 되어있는지 확인
  - 가) 그림 3과 같이 netstat 명령(>netstat -rn)으로 확인함
  - 나) IPv6 라우팅 테이블의 default 엔트리의 Gateway가 Router 1의 TEP의 IPv6 주소(3ffe:2e00:e:fff5::1)인지 확인함

```

router# ifconfig -a
x10: flags=8a43<UP,BROADCAST,RUNNING,ALLMULTI,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    inet 129.254.165.59 netmask 0xffffffff broadcast 129.254.165.255
    inet6 fe80::210:5aff:fe67:ca7c%x10 prefixlen 64 scopeid 0x1
    ether 00:10:5a:67:ca:7c
    media: autoselect (10baseT/UTP) status: active
    supported media: autoselect 100baseTX <full-duplex> 100baseTX 10baseT/UT
P <full-duplex> 10baseT/UTP 100baseTX <hw-loopback>
x11: flags=8a43<UP,BROADCAST,RUNNING,ALLMULTI,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    inet 129.254.179.17 netmask 0xffffffff broadcast 129.254.179.31
    inet6 fe80::250:daff:fe8f:8aca%x11 prefixlen 64 scopeid 0x2
    inet6 3ffe:2e01:1:3:250:daff:fe8f:8aca prefixlen 64
    inet6 3ffe:2e01:1:3::1 prefixlen 64
    ether 00:50:da:8f:8a:ca
    media: autoselect (10baseT/UTP) status: active
    supported media: autoselect 100baseTX <full-duplex> 100baseTX 10baseT/UT
P <full-duplex> 10baseT/UTP 100baseTX <hw-loopback>
lp0: flags=8810<POINTOPOINT,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
faith0: flags=8000<MULTICAST> mtu 1500
gif0: flags=8011<UP,POINTOPOINT,MULTICAST> mtu 1280
    inet6 fe80::210:5aff:fe67:ca7c%gif0 --> :: prefixlen 64 scopeid 0x5
    inet6 3ffe:2e00:e:fff5::2 --> 3ffe:2e00:e:fff5::1 prefixlen 64
gif1: flags=8010<POINTOPOINT,MULTICAST> mtu 1280
gif2: flags=8010<POINTOPOINT,MULTICAST> mtu 1280
gif3: flags=8010<POINTOPOINT,MULTICAST> mtu 1280
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> mtu 16384
    inet6 fe80::1%lo0 prefixlen 64 scopeid 0x9
    inet6 ::1 prefixlen 128
    inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000
ppp0: flags=8010<POINTOPOINT,MULTICAST> mtu 1500
sl0: flags=c010<POINTOPOINT,LINK2,MULTICAST> mtu 552
router#
[영어][완성][2벌식]

```

그림 2. Network Interface x10, x11 그리고 gif0의 설정 확인

```

router#
Internet6:
Destination          Gateway              Flags      Netif  Expire
::/96                ::1                 UGBSc     lo0    =>
default              3ffe:2e00:e:fff5::1  UGSc      gif0
::1                  ::1                 UH        lo0
::ffff:0.0.0.0/96   ::1                 UGRSc     lo0
3ffe:2e00:e:fff5::1 3ffe:2e00:e:fff5::2  UH        gif0
byte 1483
[영어][완성][2벌식]

```

그림 3. IPv6 default gateway의 설정 확인

다) IPv6 라우팅 테이블의 default 엔트리의 네트워크 인터페이스(Netif)가 gif0 인지 확인함

D. 위의 검사에 이상이 없을 때 IPv6 Networking 기능을 확인

가) PC-Router 자신의 IPv6 주소로 ping6를 실행함

나) Router 1의 TEP IPv6 주소로 ping6를 실행함

다) 그림 4와 같이 ping6의 응답이 제대로 돌아오면 IPv6 Networking 기능이 제대로 동작하고 있음을 확인할 수 있음.

라) IPv6 DNS 서비스를 받을 수 있는 경우에는 그림 5와 같이 ping6에 IPv6 주소 대신에 도메인 이름(www.6bone.net)을 입력해도 된다.

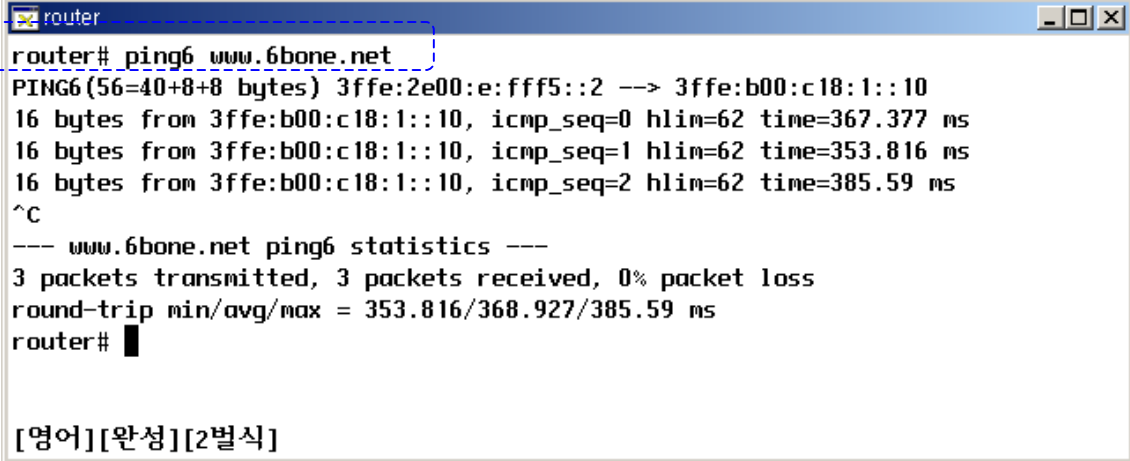
```

router
router# ping6 3ffe:2e00:e:fff5::2
PING6(56=40+8+8 bytes) 3ffe:2e00:e:fff5::2 --> 3ffe:2e00:e:fff5::2
16 bytes from 3ffe:2e00:e:fff5::2, icmp_seq=0 hlim=64 time=0.122 ms
16 bytes from 3ffe:2e00:e:fff5::2, icmp_seq=1 hlim=64 time=0.168 ms
16 bytes from 3ffe:2e00:e:fff5::2, icmp_seq=2 hlim=64 time=0.137 ms
^C
--- 3ffe:2e00:e:fff5::2 ping6 statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.122/0.142/0.168 ms
router#
router#
router# ping6 3ffe:2e00:e:fff5::1
PING6(56=40+8+8 bytes) 3ffe:2e00:e:fff5::2 --> 3ffe:2e00:e:fff5::1
16 bytes from 3ffe:2e00:e:fff5::1, icmp_seq=0 hlim=64 time=3.86 ms
16 bytes from 3ffe:2e00:e:fff5::1, icmp_seq=1 hlim=64 time=2.779 ms
16 bytes from 3ffe:2e00:e:fff5::1, icmp_seq=2 hlim=64 time=3.665 ms
^C
--- 3ffe:2e00:e:fff5::1 ping6 statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 2.779/3.434/3.86 ms
router# █

[영어][완성][2벌식]

```

그림 4. IPv6 Networking 기능 확인



```

router
router# ping6 www.6bone.net
PING6(56=40+8+8 bytes) 3ffe:2e00:e:fff5::2 --> 3ffe:b00:c18:1::10
16 bytes from 3ffe:b00:c18:1::10, icmp_seq=0 hlim=62 time=367.377 ms
16 bytes from 3ffe:b00:c18:1::10, icmp_seq=1 hlim=62 time=353.816 ms
16 bytes from 3ffe:b00:c18:1::10, icmp_seq=2 hlim=62 time=385.59 ms
^C
--- www.6bone.net ping6 statistics ---
3 packets transmitted, 3 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 353.816/368.927/385.59 ms
router#

```

[영어][완성][2벌식]

그림 5. IPv6 DNS를 이용한 IPv6 주소의 Resolution

## 7. IPv6 호스트 설치 및 설정

IPv6 호스트를 설치하는 순서는 다음과 같다. FreeBSD를 설치하고, PC-Router를 설정할 때와 같이 /etc/rc.conf와 /etc/rc에 IPv6 Networking에 필요한 구성정보를 추가한다. IPv6 호스트가 위치할 Network의 IPv6 Prefix와 임의의 값을 가지고 IPv6 주소를 정할 수 있으나, PC 라우터가 Router Advertisement를 통해 Prefix 정보를 공지하므로, Host는 Auto-configuration을 통해 유일한 주소를 할당 받을 수 있다.

- A. 설치할 호스트는 그림 1에서 Net2의 H3이다.
- B. H3의 Network Interface는 x10라고 가정한다.
- C. 그림 1에서 PC-Router가 Prefix 3ffe:2e01:1:3::/64를 Advertise하므로 H3는 EUI-64 방식으로 유일한 IPv6 주소를 배정받을 수 있다.
  - 가) 3ffe:2e01:1:3:: + Interface ID -> H3의 IPv6 주소
- D. Prefix에 임의의 값을 결합하여 IPv6 주소를 배정받을 수 있다.
  - 가) 3ffe:2e01:1:3:: + 임의의 값 -> H3의 IPv6 주소
  - 나) 예: 3ffe:2e01:1:3::2 /64
- E. 커널 네트워크 정보 테이블에 IPv6 기능에 필요한 정보 제공
 

: /etc/rc.conf 에 다음의 엔트리들을 포함시켜야 한다.



```

ipv6_enable="YES"      # Set to YES to set up for IPv6.
ipv6_network_interfaces="xl0 lo0" # List of network interfaces (or "auto").
ipv6_ifconfig_xl0="3ffe:2e01:1:3::2 prefixlen 64" #Alias entry
ipv6_gateway_enable="NO" # Set to YES if this host will be a gateway.

```

#### F. IPv6 라우팅 테이블의 디폴트 게이트웨이 엔트리 설정

- 가) PC 라우터의 xl1의 IPv6 주소(3ffe:2e01:1:3::1)를 IPv6 디폴트 게이트웨이 주소로 설정  
: /etc/rc 에 다음 엔트리를 추가한다.

```

# Setup of IPv6 default-gateway
/sbin/route add -inet6 default 3ffe:2e01:1:3::1

```

#### G. IPv6 Networking 기능 확인

- 가) ifconfig와 netstat로 IPv6 구성이 제대로 되어있는지 확인  
: PC 라우터와 같은 방법으로 수행한다.
- 나) ping6로 자신의 IPv6 주소로 ping을 함  
ping6 3ffe:2e01:1:3::2
- 다) gateway인 PC 라우터와 연결되어 있는지 확인  
ping6 3ffe:2e01:1:3::1

**APPENDIX : rc.conf (PC-Router 네트워크 설정파일 예)**

```
# This file now contains just the overrides from /etc/defaults/rc.conf
# please make all changes to this file.

# Enable network daemons for user convenience.
# -- sysinstall generated deltas -- #

### IPv4 options ###
network_interfaces="xl0 xl1 lo0"
ifconfig_xl0="inet 129.254.165.59 netmask 255.255.255.0"
ifconfig_xl1="inet 129.254.179.17 netmask 255.255.255.240"
hostname="router.etri.re.kr"
linux_enable="YES"
sendmail_enable="NO"
moused_enable="YES"
saver="star"
defaultrouter="129.254.165.1"
inetd_enable="YES"
gateway_enable="YES"

### IPv6 options ###
ipv6_enable="YES" # Set to YES to set up for IPv6.
ipv6_network_interfaces="xl0 xl1 lo0" # List of network interfaces (or "auto").
ipv6_prefix_xl1="3ffe:2e01:1:3" # Prefix for router advertisement.
ipv6_ifconfig_xl1="3ffe:2e01:1:3::1 prefixlen 64" #alias entry
ipv6_gateway_enable="YES" # Set to YES if this host will be a gateway.
rtadvd_enable="YES" # Set to YES to enable an IPv6 router
# advertisement daemon. If set to YES,
# this router becomes a possible candidate
# IPv6 default router for local subnets.
gif_interfaces="gif0" # List of GIF tunnels (or "NO").

ipv6_firewall_enable="NO" # Set to YES to enable IPv6 firewall
# functionality
```