

6Bone KR 진화를 위한 주소 할당 및 라우팅 규칙

이종국, 신명기
한국정보통신대학원, 한국전자통신연구원

Address Assignment and Routing Rules for 6Bone KR Evolution

Jong-Kuk Lee, Myung-Ki Shin
Information & Communications Univ., ETRI

요약

6Bone(IPv6 Backbone)은 IPv6 환경의 개발 촉진 및 진화를 위해 만든 전세계적인 실험망이다. 본 논문은 국내 6Bone인 6Bone KR의 구축을 위해 주소 할당 및 라우팅 규칙을 정의한 내용을 기술한다. 기존의 6Bone 주소 구조를 알아보고, 6Bone KR의 주소 체계가 어떻게 기존의 6Bone을 따르면 서, 6Bone KR의 계층적 전개를 위한 연결 규칙을 가지는 것을 살펴본다. 그리고, 현재 6Bone KR이 구성된 상황과 개발한 연결 테스트 프로그램을 소개한다. 이밖에 6Bone KR 진화를 위한 몇가지 고려 사항들을 분석하고, 이것을 기반으로 Renumbering을 이용한 새로운 이동 IPv6 환경을 제안한다.

1. 서론

현재 인터넷은 일반인들의 일상생활 속에 컴퓨터와 함께 가장 많이 쓰이는 첨단 과학수단중의 하나이다. 그래서, 인터넷은 일상생활에 깊이 파고들고 있고, 현재 급속하게 사용자와 호스트가 늘어나는 것도 현실이다[1]. 이처럼 전세계적으로 기하급수적으로 늘어나는 인터넷 주소를 감안할 때, 32비트 체계의 IPv4로는 계속적으로 늘어나는 주소 요구에 대처할 확실한 방안이 없다. 이것을 예측한 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 2013년경에 IPv4의 주소가 고갈될 것이라고 예측하였다[2]. 또한 기존의 IPv4에서는 멀티캐스트, 보안 관련 기술 등 새로운 기술을 접목시키는 데 고정적인 IPv4의 구조상 어려운 면이 많다. 그런 점들로 인하여 새로운 IP를 개발자 및 사용자들은 요구하였고, 그에 맞추어 IETF에서 IPng(IP next generation)라고 하는 작업 그룹을 형성하여, 1994년부터 활동해 왔다. 이 IETF WG 활동의 결과로 나온 것이 IPv6이다. IPv6를 연동, 실험시킬 수 있는 실험망이 멀티캐스트의 실험망인 MBone처럼 필요했고, 1996년 Bob Fink 등이 주축이 되어 6Bone이라는 가상망을 만들었다.

본 논문은 6Bone의 한국 노드인 6Bone KR을 구성하기 위해 정의한 주소 할당 및 라우팅 규칙 등을 기술하다 또한 주소 할당 등의 과정에서 Renumbering을 이용하는 새로운 주소 개념을 이동 환경에 적용시킨 매핑 절차를 제안한다.

2. IPv6와 6Bone KR

IPv6는 1994년 7월 IETF 회의에서 결성된 IETF IPng WG에 의해서 1995년 9월 18일 표준이 제안되면서 만들어졌다. IPv6 규격을 보면, 주소 필드는 32비트에서 128비트로 길어진 반면, 헤더는 IPv4에 비해 보다 단순해졌으며, 대신 다른 기능들을 나타내는 필드들이 없어진 것을 알 수 있다. 그러나 IPv6는 여러 부가적 기능들을 고정화된 헤더보다는 확장 헤더라는 개념을 도입하여 새로운 기능들을 추가시킬 수 있도록 하였다[3].

Time이란 기존 인터넷상에서 IPv6를 지원하는 라우터와

호스트로 구성된 가상망을 가리킨다. 현재 CISCO를 비롯한 여러 업체, 연구소 등에서 IPv6가 지원되는 라우터, 호스트 등을 개발하였거나, 개발 중에 있다. 6Bone이란 이러한 IPv6를 동작하고 실험하기 위한 국제적인 실험망으로써, IETF ngtrans WG에서 6Bone의 진화에 대한 여러 가지 작업을 수행 중에 있다[4].

현재 국내에서는 1997년부터 국제 6Bone에 연결되어 국내의 IPv6 개발과 연구 촉진, 망 진화를 위한 실험망인 6Bone KR이 구축되어 왔으며, 6Bone의 최상위 주소인 pTLA(pseudo Top Level Aggregation)를 1998년에 ETRI/KR, 3ffe:2e00::/24 prefix로 할당받아, 이를 기반으로 국내 진화를 체계적으로 추진 중에 있다[5].

3. 국내 6Bone(6Bone KR) 주소 할당 체계

국내 6Bone의 실험망인 6Bone KR에서는 해외 망과의 호환과 광대역적인 실험을 위해서 국제 6Bone의 주소 체계를 따르도록 하고, 이때 국내 환경에 맞게 NLA(Next Level Aggregation), SLA(Site Level Aggregation) 사이트를 할당하도록 정의하였다[5]. 현재 6Bone에서 쓰고 있는 IPv6의 주소 체계는 "Aggregatable global unicast address" 구조로 [6, 7], IANA에서 의해 TLA(Top-Level Aggregation)를 0x1FFE로 할당받았다. 이 값은 현재 6Bone(IETF ngtrans WG)의 의장인 Bob Fink에 의해서 관리되며, TLA ID를 사용하는 모든 사용자는 추후 새로운 값이 정의되면 재할당된 값을 받을 수 있다. 따라서 6Bone 주소는 (그림 1) (a)와 같은 구조를 지니며 3ffe::/16의 prefix를 가진다. 6Bone에서는 이를 기반으로 각 나라와 기관에 prefix를 할당하였는데, 국내에서는 ETRI가 3ffe:2e00::/24 prefix를 할당받아 6Bone KR 진화를 위해 각 기관별로 할당해 주고 있다[4]. 6Bone KR에서는 NLA 할당을 위해 다음과 같은 규칙을 정의하였다

- NLA1 : 국내 규모의 대형 프로젝트, 특수 목적의 이벤트인 경우에 할당
- NLA2 : 각 개별 기관(대학, 연구소, 기업 등)인 경우에 할당

(a) 6Bone				3ffe::/16	64 bits
3 1 13	8	16	16	3ffe	Interface ID
3ffe	NLA ID	SLA ID			
(b) 6Bone KR pTLA				3ffe:2e00::/24	64 bits
3 1 13	8	16	16	3ffe	Interface ID
3ffe	2e	Site	SLA ID		
(c) 6Bone KR NLA1 site				3ffe:2exx::/32	64 bits
3 1 13	8	16	16	3ffe	Interface ID
3ffe	2e	xx	Site	SLA ID	
(d) 6Bone KR NLA2 site				3ffe:2exx:yyyy:/48	64 bits
3 1 13	8	16	16	3ffe	Interface ID
3ffe	2e	01	yyyy	SLA ID	
(e) Example				3ffe:2e01::20:af86 f996	64 bits
3 1 13	8	16	16	3ffe	20 af86 f996
3ffe	2e	01	0001		

(그림 1) 6Bone KR 주소 체계

예를들면, NLA1의 경우, 6Bone KR의 진화와 개발을 위해서 3ffe:2e01::/32, APAN을 위해서 3ffe:2e02::/32를 할당했다. 그리고, NLA2는 각 기관별로 요청한 순서에 따라 48 비트를 할당하였는데, ICU의 경우 3ffe:2e01:7::/48, ETRI의 경우엔 3ffe:2e01:1::/48이 할당되었다. 그림으로 나타내면, (그림 1) (b),(c),(d)에서 보는 바와 같다. 예를들면 6Bone KR 내의 사이트의 한 호스트는 (그림 1) (e) 같은 주소 체계를 갖는다 NLA prefix가 할당되면, 그 사이트의 담당자는 내부 부서에 따른 계층적 주소(예를들면 SLA prefix)의 할당을 책임져야 한다[5].

4. 6Bone KR 연결 규칙 및 방법

6Bone-KR에 연결하고자 하는 사이트들은 다음의 규칙을 따르면 꼭 정의하였다.

- 6Bone KR에 연결하고자 하는 사이트(관리자)는 다음 조건을 준수하여야 한다
- 그 해당기관의 NLA ID(48 비트의 prefix)가 할당되면, 그 사이트의 관리자는 일시적인 목적이 아닌 지속적인 관리 및 유지의 책임을 져야 하며, 그 기관내에 다른 곳에서 6Bone 연결(터널링)을 요구하면, SLA(Site Level Aggregation) prefix의 할당과 함께, 연결에 대한 책임을 져야 한다. SLA 사이트는 NLA 사이트내의 개별적인 부서인 경우, NLA prefix 관리자가 할당하게 된다.
- 6Bone에 연결하기를 원하는 사이트의 관리자는 터널링을 요청하기 전에 미리 IPv6 기능이 지원되는 장비(라우터, 호스트)를 구비하고 세팅에 대한 준비 작업이 끝난 후 연결을 요청하여야 하며, 연결 이후 외부에서 연결됨을 확인하기 위한 적어도 하나 이상의 응용(ping, telnet6 등)이 지원되어야 한다.
- 자신의 사이트에 NLA prefix(48 비트 prefix)를 할당 받았을 경우, 국내 6Bone KR내의 물리적인 터널링 이전에 반드시 국제 6Bone Registry에 등록을 한 후 연결을 해야 한다. 6Bone KR 관리자(TLA 관리자)는 이를 확인 후 터널링 작업을 수행해야 한다.
- NLA 기관은 국내 TLA(현재는 ETRI) 관리 사이트와 터널링을 통해 외부 라우팅이 이루어지며, 멀티홉 사이트를 제외하고, 중복적인 라우팅(루핑)의 방지의 외부 라우팅 경로의 단일화를 위해 외국과의 추가적인 터널링은 원칙적으로 금지한다 단 국내에서 pTLA 획득 이전의 터널이나, 시험을 위한 특수 목적, 혹은 백업용으로 연결이 필요한 시에는 사전 동보(6bone-kr@6bone.net)하여 연결이 가능하다[5]

6Bone에 연결하려면 라우터와 호스트 장비가 갖추어 져야 한다 현재 상용 라우터로는 Telebit® 와 Hitachi®에서 직접 생산 판매되고 있고, 3COM, CISCO에서는 아직 시제품으로는 나오지 않았다. 일반 컴퓨터에 설치할 수 있는 S/W 라우터로는 Solaris, FreeBSD, Linux가 있고, 호스트로서는 Solaris, FreeBSD, Linux, Windows NT가 있다[8]. 구현 특성을 살펴보면 [표1]과 같다.

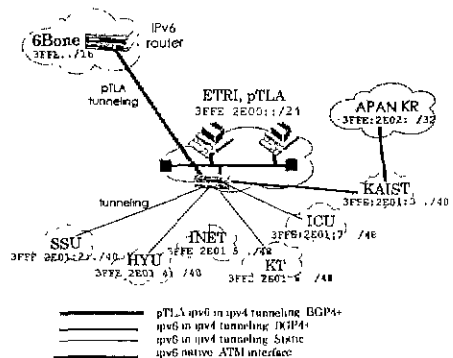
OS	IPv6구현 S/W	특징
Solaris 2.3이상	Sun IPv6 Package	<ul style="list-style-type: none"> ● 설치가 용이하다. 가장 안정적이다. ● 라우팅은 RIPng가 지원되나 불안정하다
FreeBSD 2.x	INRIA IPv6 ETRI/승실대 IPv6	<ul style="list-style-type: none"> ● 라우터로서 가장 안정적. ● BGP4+, RIPng 등 가능. ● X-윈도우 불안정 ● 터널링 기능 등 일부 라우터 기능 지원 ● 현재 static 터널링만 지원 ● X-윈도우 불안정.
Linux 2.1.1xx	Linux IPv6	<ul style="list-style-type: none"> ● X-윈도우 안정. ● 라우터로서 제한적. (Slackware만 가능). ● Redhat, Slackware 각각 적용 S/W의 설치방법이 다르다. ● 설치가 어렵다.

[표 1] OS 별 IPv6 설치 장단점 비교

국내 구현 제품의 경우, ETRI/승실대에서 97년에 구현 완료한 IPv6는 일부 라우터 기능을 지원하여 PC에서 static 터널링으로 연결하기 용이하게 구현되어 있다. 현재는 BGP4+와 같은 다양한 프로토콜을 지원하지는 않으나, 현재 업그레이드 작업 중이어서 조만간 지원될 것으로 보인다.

5. 6Bone KR 구축 결과

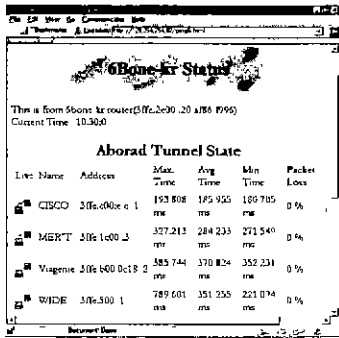
현재 6Bone KR의 구축상황은 ETRI, KT의 연구기관과 ICU, KAIST, 승실대, 한양대와 같은 교육기관을 중심으로 연결되어 있으며, 국외 APAN 프로젝트에도 연결할 예정이다. 국내 모든 기관은 H/W 라우터가 아닌 S/W 라우터로 터널링이 되어 있으며, 전체 토폴로지는 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 6Bone KR 구축 현황 (98.8 현재)

본 연구에서는 이밖에도 6Bone KR의 터널링 유지 여부를 테스트하기 위해 15분 간격으로 각 터널의 상태를 점검하는 프로그램을 웹 상에서 구현하였다. (그림 3)은 이를 이용하여 구현한 IPv6 ping 프로그램의 결과 화면을 나타낸 것으로 각 호스트의 주소, 네트워크 가능 여부, min., avg, max 시간,

패킷 손실률 등을 한눈에 볼 수 있도록 구성하였다 본 응용의 구현 결과는 <http://129.254.254.82/ping6.html>에서 확인할 수 있다.



(그림 3) 웹 ping6의 구현 결과 화면

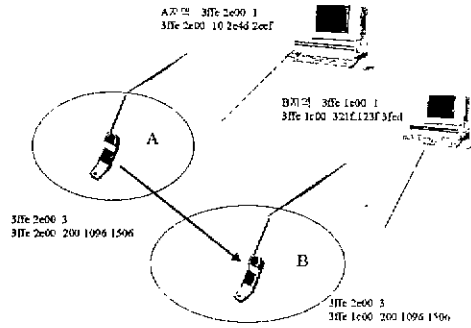
6. 효과적인 6Bone KR 구축을 위한 Renumbering 제안

IPv6의 주소 체계는 할당 받은 prefix 밑에 이더넷 주소가 결합하여 사용한다. 그러나, 주소 자체가 너무 길고 복잡하여, 사용자나 개발자 모두 사용하기 어려운 것이 사실이다. 여기에 Renumbering 개념을 도입하면 좀더 효율적으로 주소를 관리할 수 있다. 즉, 하나의 컴퓨터에 또 하나의 주소를 가상적으로 할당을 해 주는 것 [9, 10]으로써, 아래와 같이, Renumbering을 이용하여 6Bone KR과 외부 pTLA 사이트와의 터널링 한 예에서 찾아볼 수 있다.

```
# tunnel to MERIT
cticonfig -v -4 -l -i ep0 ct1l 198.108.0.3
ifconfig ct1l inet6 3ffe:2e00::20:af86:f996/128
3ffe:1c00::3 alias
ifconfig ct1l inet6 first
3ffe:2e00::20:af86:f996/128
# tunnel to CISCO
cticonfig -v -4 -l -i ep0 ct10 192.31.7.104
ifconfig ct10 inet6 3ffe:c00:e:c::2/126
3ffe:c00:e:c::1 alias
ifconfig ct10 inet6 first 3ffe:c00:e:c::2/126
```

위의 예를 보면 MERIT쪽에는 ETRI의 IPv6 주소가 3ffe 2e00::20:af86-f996으로 인식 되지만 CISCO에는 ETRI의 IPv6 주소가 3ffe:c00:e:c::2의 서브넷을 통해 터널링 되어 있음을 알 수 있다. 이는 CISCO에서 적용한 renumbering을 통해 가상 주소를 만들어, 두곳을 연결하여 보다 효율적으로 터널링을 한 것이다 물론 6Bone 주소 모두를 renumbering한다는 것은 IPv6가 향후 통신, 가전제품 등 거의 대부분의 기계에 할당되었을 때 주소의 낭비면에서 비효율적이라고 말할 수 있으나, 터널링의 경우는 주소를 보다 체계적으로 관리할 수 있어 최근 renumbering에 대한 중요성이 대두되고 있는 실정이다[9] 이러한 개념을 이용하여 IPv6주소체계를 이동 환경에 적용시키는 (그림 4)와 같은 구조를 제안한다. 이동환경에서의 새로운 주소체계를 위한 renumbering 절차는 다음과 같다.

- (1) Renumbering 된 주소는 고정된 주소로 한다.
- (2) 자신의 이더넷 주소 등 각 기계에 할당된 고유한 하드웨어 주소는 prefix 할당 후에 쓰이면서 IPv6의 autoconfiguration 기능으로 prefix가 변하던 주소 자체가 변하도록 하는데 prefix 뒤의 H/W 주소는 변하지 않는다.
- (3) 이동시에는 서로 매핑되도록 한다.



(그림 4) 이동환경에서의 새로운 주소체계

위와 같이 주소체계를 설계한다면 (그림 4)와 같은 결과기 나온다. (그림 4)의 예처럼 A지역에서 B지역으로 장소를 옮기더라도 위의 기계는 3ffe:2e00::3이라고 하는 renumbering 주소는 가지지만 autoconfiguration에 의해 생기는 주소기 변환으로써 사용자와 Foreign agent 인 B 지역의 라우터와 Home agent인 A지역의 라우터와는 매핑으로서 주소변환 작업이 이루어 지므로 효율적으로 관리할 수 있을 것이다. 이 작업이 이루어 지지 않는다면 Foreign agent에서는 B지역으로 옮겨온 기계의 주소관리를 할 수 없다는 단점과 이 주소체계가 적용이 된다면 Home agent와 Foreign agent간의 주소 매핑 문제가 쉽게 구현될 수 있다고 생각한다.

7. 결론

현재의 인터넷은 점차 주소 포화상태를 보이고 있으며, 이에 따라 IPv6의 필요 요구성이 확대되어 가고 있다. 본 논문은 한국내의 IPv6 실험망인 6Bone KR 진화를 위한 주소 할당 및 라우팅 규칙등을 정의한 내용을 기술하였다 이를 기반으로 현재 총 7개 기관이 6Bone KR로 연결되어 있으며, 추후 국내에서의 IPv6 native 망 구성을 위한 밑거름이 될 것이다. 또한 이 작업을 통해 새로운 이동 IPv6 정책을 제안하였으며, 앞으로 이를 실제하고 구현할 예정이다.

참고문헌

- [1] Network wizard, Internet Domain Host survey, Aug 1998, <http://www.nw.com/zone/WWW/top.html>
- [2] S Bradner, A Mankin, RFC 1762, "The Recommendation for the IP Next Generation Protocol", 1995.
- [3] Robert M. Hinden, "IP Next Generation Overview", 1995.
- [4] 6Bone Home, <http://www.6bone.net/>.
- [5] 6Bone KR Home, <http://www.6bone.ne.kr/>
- [6] R. Hinden, M. O'Dell, S. Deering, RFC 2374, "An IPv6 Aggregatable Global Unicast Address Format", 1998
- [7] R. Hinden, R Fink, J. Postel, "IPv6 Testing Address Allocation", <draft-ietf-ipngwg-testv2-addralloc-01 txt>, Internet Draft, 1997
- [8] R.Hinden, "IPng Implementations", May. 1998.
- [9] Kazuhiko Yamamoto, Akira Kato, Munechika Sumikawa, Jun Murai, "Deployment and Experiences of the WIDE 6bone", INET'98, 1998
- [10] M.Crawford, B.Hinden, "Router Renumbering for IPv6", <draft-ietf-ipngwg-router-renum-04 txt>, Aug 1998.