

主 題

인터넷을 위한 IPv6 기술

한국전자통신연구원 김용진, 신명기, 박정수, 박치항

차 례

- I. 서 론
- II. IPv6도입의 필요성
- III. IPv6 관련 표준화 동향
- IV. IPv6관련 주요 연구 개발 프로젝트
- V. IPv6 관련 주요 기업들의 제품 현황
- VI. 결 론

I. 서 론

2000년 8월 현재 인터넷은 전세계 1억 개의 컴퓨터들과 3억 명 이상의 사용자들로 연결된 세계 최대의 통신망으로, 이제는 단순히 컴퓨터와 컴퓨터간에 연결된 전문가만을 위한 통신망의 차원을 벗어나, 모든 개인을 하나로 묶는 광범위한 정보 인프라로서의 역할을 하고 있다.

최근 인터넷의 가장 큰 고민중의 하나는 주소 고갈의 문제로, 현재 인터넷은 32비트 주소 체계를 사용하는 IPv4(Internet Protocol version 4) 주소 방식을 사용하고 있으나, 최근 인터넷 호스트, 인터넷 이동전화, 정보가전의 증가 및 가정에서의 인터넷 접속 단말(ADSL, 케이블 모뎀 등) 수의 증가로 인해 현재의 32비트 주소 체계를 사용하는 IPv4로는 2008년경 인터넷 주소가 고갈 날 것으로 염려하고 있다.

인터넷 주소 고갈 문제를 풀기 위한 임시적인 단

기 해결책으로는 기존 IPv4 주소 공간을 효율적으로 재구성하여 Renumbering하는 방식(예를 들면 CIDR (Classes Inter-Domain Routing) 이용), NAT (Network Address Translator), DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) 등을 이용한 방식 등이 가능하다. 주소 고갈을 막는 궁극적인 해결책이 되지는 못하며, 따라서 앞으로의 차세대 인터넷 도입을 위해 보다 장기적이고 궁극적인 해결 방안이 요구된다.

본 고에서는 IPv6 주소를 조기에 도입하기 위한 필요성 및 배경을 살펴보고, IPv6 관련 IETF 국제 표준화 동향, 국가별 주요 프로젝트 등을 분석하여, 이를 통해 국내에서 IPv6 도입에 대한 성공 가능성을 예측해 보고자 한다.

II. IPv6 도입의 필요성

IPv6 주소 조기도입의 필요성은 인터넷 접속을 원하는 단말 수의 증가와 밀접한 관계가 있다. 32비트 주소 체계를 사용하는 IPv4는 논리적으로 약 40억 개의 주소 공간을 제공 할 수 있으나 인터넷 초기 시절, 구분별한 클래스(A, B, C) 단위의 할당으로 인해 실제 사용 가능한 주소의 수는 그 보다 더욱 적을 것으로 예상하고 있다. 현재 인터넷 서비스 활성화에 따른 주소 공간 부족 문제는 128비트의 주소 체계를 통해 거의 무한의 인터넷 주소 공간(3.4 x 10³⁸ 개의 주소 공간 제공)을 제공하는 IPv6 방식을 도입함으로써 해결 가능하다. 현재 국내외적으로 할당된 IP 주소의 현황 및 향후 IPv6 적용 예상 분야를 살펴봄으로써 IPv6 도입에 대한 필요성을 논하고자 한다.

1. 국내외 인터넷 주소(IPv4) 할당 및 부족 현황

가. 국외 현황

2000년 8월 현재 등록된 전세계 호스트 수는 1억 개로 집계되고 있다. 호스트 수는 인터넷의 양적 팽창을 나타내는 대표적인 지수로, 인터넷에 연결되어 IP 주소를 가지고 있으면서 이름이 네임서버에 등록되어 있는 컴퓨터 수를 의미한다((그림 1) 참조). 따라서 실제 호스트 수는 그 이상일 것으로 예측할 수 있다. [1, 2]

(그림 1)에서 볼 수 있듯이 이러한 증가 추세라면, 2007년경 호스트 수는 32비트 체계의 IPv4 주소로 실제 가능한 최대 숫자로 근접해 포화 상태가 될 것이라는 예측이 있으며, IETF에서도 2005년에서 2011년 사이에 고갈될 가능성이 있다고 발표한 바 있다[3]. 전세계적인 주소 할당 현황을 살펴보면, 우선 미국의 경우, 유럽 및 아시아 국가들에 비해 상대적으로 많은 수의 IPv4 주소를 확보한 상태라고 볼 수 있다. (표 1)에서 보듯이 미국의 Lu-

cent Technologies는 6,700,000 개의 IP 주소 공간을, AOL(America Online)는 1,900,000 개의 IP 주소 공간을 이미 확보한 상태이고, 미국의 몇몇 대학은 인터넷 초기 시절 A 클래스를 이미 할당 받은 상태여서, 실제로 공정한 주소의 사용은 불가능한 상황이다.[4] (사실 이러한 수치들은 아시아 지역의 평균 한 국가가 할당 받은 IP 주소 개수보다도 더 큰 주소공간을 의미한다.)

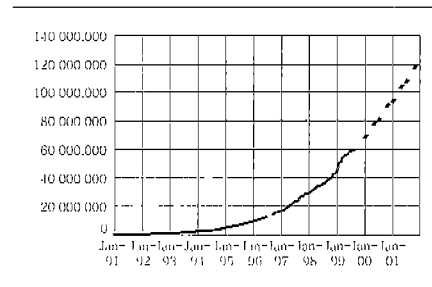


그림 1. 연도별 전세계 호스트 증가 추세

유럽 및 아시아의 경우는 미국과 비교할 때, 인터넷 주소 부족 문제가 심각하다. 특히 일본의 경우, NEC, Hitachi, Sony 등을 중심으로 한 인터넷 정보가전 및 NTT Docomo를 중심으로 한 제3세

표 1. 미국의 주요 기관 및 ISP들의 IP 주소 보유 현황[4]

주요개별 기관	보유IP(IPv4) 개수	주요ISP	보유IP(IPv4) 개수
Lucent	6,700,000	America Online	1,900,000
US Air Force	675,000	UUNET	1,800,000
US Navv	600,000	@Home	800,000
US Army	400,000	ANS	750,000
Digital	180,000	BBN (GTE)	700,000
Control Data	180,000	PSINet	600,000
Hewlett-Packard	180,000	AT&T	475,000

대 차세대 이동통신 (IMT-2000) 시스템 개발에 많은 노력을 기울이고 있어, 이러한 기능이 포함된 인터넷 단말에 하나의 IP가 포함된다 가정할 때, 단기적으로는 100만개에서 장기적으로는 1억개 이상의 새로운 IP가 필요할 것으로 예측되고 있다.

중국의 경우는 인구수에 대비해 인터넷 주소 부족 문제가 더욱 심각한 상태이며, 중국 신식산업부 발표에 의하면 1999년 9월 현재 인터넷 가입자수가 4백만명이며, 국제조사기관인 IDC에 의하면 중국의 인터넷 가입자 수가 1천6백10만명에 이를 것이라고 예측한 바 있어, 더욱더 인터넷 주소 고갈 문제는 심해질 것으로 보인다.

결과적으로 유럽 및 아시아 국가들과 미국내 신규로 인터넷 서비스를 시작하려는 ISP들은 상대적으로 인터넷 주소를 새로 획득하는데 많은 어려움이 있으며, 따라서 NAT와 같은 변환기를 이용한 망 구축을 일부 고려하고 있는 실정이다. 하지만 이러한 NAT를 사용하는 방식은 궁극적으로 클러별 인터넷 구조를 해치는 좋지 않은 방식으로 1~2년 이상 지속적으로 사용되기는 어려울 것으로 보인다.

나. 국내 현황

국내의 경우, 인터넷 호스트 증가 추세에 비해 현재 주소공간은 매우 부족한 상황이다. 한국인터넷정보센터(KRNIC) 자료에 따르면 1999년 10월 현재 .KR호스트 수는 50만여개에 달한다 (그림 2 참조). 실제 INTERNIC으로부터 할당 받은 .COM 호스트들을 포함하여 국내 인터넷 호스트 수는 그 이상이 될 것으로 추산할 수 있다. 현재 국내에서는 48개의 B 클래스와 23,222개의 C 클래스가 KRNIC에 의해 할당되어 있어(현재 B 클래스는 '95년 이후로 추가 할당되지 않음), 이를 통하여 예상 측정된 국내 인터넷 이용자 수는 (그림 3)에서 보는 바와 같이 2000년 3월 현재 1천3백만명 이상이 넘을 것으로 예측된다[5]. 더욱이 국내 인터넷 산업은 급속하게 성장 중에 있으며, 신규 인터넷 서

비스 사업을 시작하려는 케이블망/ADSL, 무선 인터넷(IMT-2000, CDMA), 정보가전 사업자들이 2005년까지 100만개에서 1000만개 이상의 IP를 새로 요구할 것으로 예측되어, 국내 인터넷 주소 고갈에 대한 우려는 다른 나라들에 비해 더욱 심각하다고 볼 수 있다.

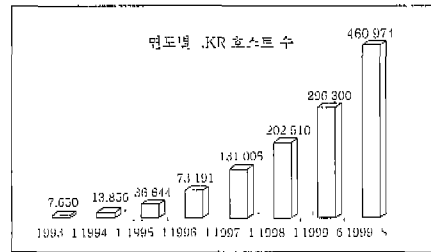


그림 2. 국내 인터넷 호스트 증가 추세

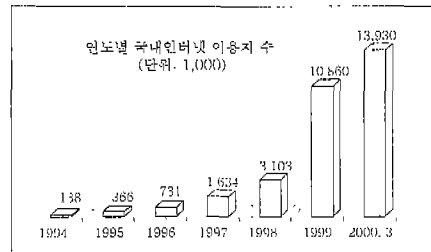


그림 3. 국내 인터넷 이용자 증가 추세

이와 같이 국내외로 인터넷 서비스를 요구하는 새로운 응용 분야들이 등장하게 됨에 따라 인터넷 주소의 부족은 더욱더 심각한 상황을 맞고 있으며, 이를 IPv6로 해결하려는 연구가 중요시 되고 있다.

2. IPv6 초기 적용 분야

가. 이동전화 망에서의 무선 인터넷 서비스
현재 국제적으로 약 5억명에 달하는 이동전화 사용자가 있으며, 이러한 이동전화 환경에서 기존 음성 서비스와 함께 비디오를 포함한 인터넷 데이터 서비스(전자 메일, 웹 등)를 차세대 이동통신을 위한 주요 서비스로 인식하고 있다. 이러한 차세대 이

동통신(3세대, 4세대) 환경에서는 IP가 고정적으로 내장된 이동전화의 사용이 필수적이 될 것으로 예상되며, 이 경우 IPv6 주소 방식의 적용 가능성이 높다고 할 수 있다. IPv6의 도입은 단순히 주소 공간의 부족을 해결해 준다는 것 외에도 무선 데이터 서비스에서의 가장 중요한 문제인 보안 관련 사항(IPsec 지원)과 최적화된 라우팅 문제(route optimization, address auto-configuration) 등을 효율적으로 제공 가능하게 함으로써 무선 인터넷 사업자 들의 많은 관심을 불러 일으키고 있다.

국내에서도 이동전화를 이용한 무선 인터넷 서비스는 2002년 IMT-2000 서비스의 시작과 함께 2~3년 후 2000만명 이상이 사용하게 될 주요한 인터넷 서비스 매체 중의 하나로 자리잡을 것으로 예상되며, 이를 위해 각 이동전화 단말에서 IP 주소의 사용 여부가 가장 중요한 기술 요소 중의 하나로 고려되고 있는 상황이다. (표 2)에서 볼 수 있듯이 기존 이동전화 및 IMT-2000 가입자 전망은 2005년부터 가입자 역전 현상이 나타나, 2010년 경에는 IMT-2000 가입자 4400만 명, 기존 이동전화 가입자 1800만 명이 될 것으로 예상된다[6]. 이러한 수치대로 라면, 산술적으로 기존 IPv4로는 IMT-2000 가입자 수를 감당하기 어려우며, 중장기적으로 IPv6 의 도입을 고려해야 할 것으로 보인다.

표 2. 기존 이동전화 대 IMT-2000 가입자 전망[6]

	2002년	2004년	2005년	2010년
이동전화 가입자	2,403만명	2,430만명	2,441만명	1,893만명
IMT-2000 가입자	120만명	1,137만명	2,085만명	4,420만명

나. 홈 네트워크를 이용한 정보가전 분야

현재 인터넷이 서버 중심의 기간망 위주로 구축되고 있다면, 앞으로의 미래의 인터넷은 가입자 중심의 가입자망 위주로 구축될 것으로 보인다. 이 경우,

가정에서의 홈 네트워크에 대한 요구사항이 중요한 이슈로 부각될 것으로 예측되며, 이 때 인터넷 정보 가전은 대표적인 인터넷 응용 중의 하나로 자리잡게 될 것이다. 가정의 홈 네트워크를 구성하기 위한 방식은 현재 여러가지 대안이 제안되고 있다. 이 가운데 대표적인 요구사항 들로는 각 인터넷 가전의 항상 연결성 제공(always connected), auto-configuration을 통한 플러그 앤 플레이 (plug & play) 가능 및 저렴한 관리 비용 제공 등을 들 수 있다[7]. 또한 가장 중요한 요구사항 중의 하나는 역시 풍부한 주소 공간을 제공해야 한다는 점으로 스마트 PDA를 비롯한 인터넷 전화, TV, 냉장고, 오븐 등의 정보가전의 단말수는 2005년부터 본격적으로 증가되어 2010년 경에는 기존 가전수의 약 20~30% 이상이 인터넷 접속성을 포함할 것으로 보여 현재의 IPv4 주소 공간으로 감당하기에는 매우 부족함을 느낄 수 있다. 이밖에도 무선 환경의 지원, 보안 기능 강화 등의 요구사항 들이 주요한 이슈 중의 하나로 포함되고 있다. 이러한 요구사항 들은 IPv6를 도입함으로써 많은 문제점들을 해결할 수 있을 것으로 보이며, 중장기 적으로도 새로운 구축될 홈 네트워크가 제공되는 사이버 아파트, 시범 도시 들은 IPv6 주소 방식을 이용한 네트워크 구축의 타당성 검토가 반드시 필요할 것으로 생각된다.

다. 케이블 망/xDSL인터넷 접속 서비스

미국의 경우, ARIN에서는 케이블 망 인터넷 서비스 용으로 IPv4 A 클래스를 미리 예약해 놓은 상태이며, 이를 통해 할당은 서비스 지역의 가구수에 맞추어 이루어 지고 있다(각 케이블 망 사업자들은 해당 지역의 IP 사용률이 50~80% 이상일 때 추가 신청할 수 있다). 따라서 미국의 케이블 망을 사용하는 광대역 서비스 ISP는 ARIN의 할당 원칙으로 케이블 망 시장을 보장 받고 있는 셈이다. 예를 들어 (표 3)에서 볼 수 있듯이 미국의 경우 케이블 망 서비스를 위해 기존의 IPv4의 할당이 가능하다 .

표 3. 미국 케이블망에서의 IPv4 할당 현황

케이블사업자	할당된 IP	할당일
@Home	24.0.0.0~ 24.11.255.255	99.7.2
Road Runner Group	24.24.0.0~ 24.24.127.255	99.7.2

그러나 국내의 경우, 예를 들어 케이블 망 사업자인 두루넷 자료에 따르면, 1999년 현재 12만 가입자를 위해 IPv4 주소 C 클래스를 576개를 확보하여 사용하고 있으나, 2003년 200만 가입자를 예상할 때 약 30개의 B 클래스(약 200만개) 이상이 요구되어, 현재로서는 주소 확보 문제가 사업 성공의 가장 시급한 해결 과제 중 하나로 대두되고 있다 [8]. KT나 하나로의 경우도 ADSL 서비스를 위해 많은 수의 IP 주소가 반드시 요구되며, 이러한 문제는 기존 IPv4로는 궁극적으로 해결되기 어려울 것으로 보여 IPv6의 도입에 대한 필요성이 가장 많은 분야 중의 하나이다.

라. 군사 및 QoS, 보안 기타 분야

군사 분야 역시 IPv6의 도입 가능성이 가장 높은 분야 중의 하나이다. 그 이유는 군사 분야가 보안 및 QoS 관련한 응용의 요구사항이 많으며, 이러한 요구사항은 IPv6의 도입으로 가장 적절히 해결될 수 있기 때문이다. 또 한가지 이유는 기존 다른 분야에서 IPv6의 도입을 주저했던 이유중의 하나가 바로 기존 IPv4와의 연동 문제인데, 사실 군사 분야에서는 글로벌 인터넷(IPv4) 망과의 연동 보다는 보안 이유로 인해 군사 분야에 한정적으로 사용될 가능성이 높음으로, 더욱더 IPv6의 도입 가능성이 높다고 볼 수 있다. 기술적으로는 IPsec이 IPv6에 기본 장착됨으로 보안 관련한 기능이 한층 강화되었으며, 이동성의 강화, QoS 지원 용이 등이 가장 큰 장점으로 고려되고 있다. 물론 가장 큰 요인은 역시 풍부한 주소 공간 제공으로 각종 무기류와 움직이는 군

대(군인) 수를 감안해 볼 때 중장기 적으로 IPv6 도입이 예상되는 분야라고 생각된다. 일례로 유럽을 중심으로 한 NATO 등에서는 IPv6 에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다[9].

3. IPv6 관련 표준화 동향

가. IETF 동향

1994년 인터넷 관련 국제표준을 제정하는 IETF(Internet Engineering Task Force) IPng WG 에서 IPv6 규격을 표준화한데 이어 1996년 IETF NGTrans WG 에서는 6Bone(IPv6 Backbone)이란 시험망을 만들어 관련 기술에 대한 시험적 운영과 IPv6로의 전환 기술에 대한 연구를 수행하고 있으며, 작년에는 6REN(IPv6 Research and Education Network)이란 상업적 단계의 네트워크를 구성하여 본격적인 IPv6의 서비스를 준비하고 있다.

(표 4)는 IETF IPng 및 NGTrans WG에서 현재 표준화가 완료되었거나 표준화 중인 문서들을 나타낸 것이다[10] (표 4)에서 볼 수 있듯이 IPv6 구조, 어드레싱, ICMPv6, NDP(Neighbor Discovery Protocol), Multicast Listener Discovery, PMTU Discovery, IPv6-over-Ethernet 등 기본 표준 규격에 대한 표준화는 거의 완료된 상태이며, Mobile IPv6, Header compression, DNS & reverse DNS extension, IPv6-over-NBMA 등 추가적인 사항들에 대한 표준화 작업만이 남아 있다. IPv6 전환작업과 관련된 표준 작업으로는 6bone 규칙등에 관한 표준이 제정되었고, 현재 IPv4/IPv6 전환 메커니즘에 관해 SOCKS, SIIT, NAT-PT, BIS, DSTM, 6to4, Tunnel Broker 등 다양한 방식에 대해 표준화 작업이 진행중이다.

표 4. IPv6 관련 IETF 표준작업 문서 현황(2000년 4월 현재)

WG	분류	문서번호	문서제목	제정년월
IPng	Core spec.	RFC 2460	Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, Draft standard	1998.11
		RFC2461	Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6), Draft standard	1998.12
		RFC2462	IPv6 Stateless Address Autoconfiguration, Draft Standard	1998.12
		RFC2463	Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification, Draft standard	1998.12
		RFC1981	Path MTU Discovery for IP version 6 Proposed standard,	1996. 8
	Addressing	RFC 2373.	IP Version 6 Addressing Architecture	1998. 7
		RFC2374	An IPv6 Aggregatable Global Unicast Address Format	1998. 7
		RFC 2450	Proposed TLA and NLA Assignment Rules	1998. 7
		RFC 2471	IPv6 Testing Address Allocation	1998.12
		RFC 2375	IPv6 Multicast Address Assignments	1998.12
		RFC 2526	Reserved IPv6 Subnet Anycast Addresses	1999. 4
		Internet Draft	Initial IPv6 Sub-TLA ID Assignments	2000. 1
	Routing	RFC2080	RIPng for IPv6, Proposed Standard, 1997- 01-01	1997. 1
		RFC2283	Multiprotocol Extensions for BGP-4, Proposed Standard	1998.12
		RFC2545	Use of BGP-4 Multiprotocol Extensions for IPv6 Inter-Domain Routing, Proposed standard,	1999. 3
		Internet Draft	OSPF for IPv6	1997.11
		Internet Draft	Router Renumbering for IPv6	1999.11
		Internet Draft	Routing of Scoped Addresses in the Internet Protocol Version 6	2000 .3
	IPv6 over Link Layer	RFC2472	IP Version 6 over PPP, Proposed standard,	1998.12
		RFC2464	Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks, Proposed standard	1998.12
		RFC2467	Transmission of IPv6 Packets over FDDI Networks, Proposed standard	1998.12
		RFC2470	Transmission of IPv6 Packets over Token Ring Networks, Proposed standard	1998.12
		RFC 2491	IPv6 over Non-Broadcast Multiple Access (NBMA) networks, Proposed standard	1999. 1
		RFC2492	IPv6 over ATM Networks, Proposed standard	1999. 1
		RFC2497	Transmission of IPv6 Packets over ARCnet Networks, Proposed standard	1999. 1
		Internet Draft	Transmission of IPv6 Packets over IEEE 1394 Networks	1999. 5
		Internet Draft	Transmission of IPv6 Packets over Frame Relay Networks Specification	1999. 2
DNS	Internet Draft	DNS Extensions to support IP version 6, Proposed standard	1999. 3	
MIBs	RFC2465	Management Information Base for IP Version 6: Textual Conventions and General Group, Proposed standard	1998.12	
	RFC2466	Management Information Base for IP Version 6: ICMPv6 Group, Proposed standard	1998.12	
	RFC2452	IP Version 6 Management Information Base for the Transmission Control Protocol, Proposed standard	1998.12	
	RFC2454	IP Version 6 Management Information Base for the User Datagram Protocol, Proposed standard	1998.12	

IPng	기타	RFC2147	TCP and UDP over IPv6 Jumbograms, Proposed standard	1997. 5
		RFC2473	Generic Packet Tunneling in IPv6 Specification, Proposed Standard	1998.12
		Internet Draft	Protocol Independent Multicast Routing in the Internet Protocol Version 6 (IPv6)	1999.11
		Internet Draft	Mobility Support in IPv6	1999. 2
		Internet Draft	Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)	1999. 2
		Internet Draft	Extensions for the Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6	1999. 2
NGTrans	Transition Mechanisms	Internet Draft	Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers	2000. 4
		RFC2185	Routing Aspects of IPv6 Transition, Informational	1996. 4
		RFC2529	Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels, Proposed standard	1999. 3
		RFC 2765	Stateless IP/ICMP Translation Algorithm (SIIT)	2000. 2
		RFC 2766	Network Address Translation - Protocol Translation (NAT-PT)	2000. 2
		RFC 2767	Dual Stack Hosts using the Bump-In-the-Stack Technique (BIS)	2000. 2
		Internet Draft	Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds without Explicit Tunnels	2000. 3
		Internet Draft	IPv6 Tunnel Broker	2000. 3
		Internet Draft	A SOCKS-based IPv6/IPv4 Gateway Mechanism	2000. 3
		Internet Draft	Dual Stack Transition Mechanism (DSTM)	2000. 3

2. IPv6 포럼 동향

IPv6 포럼(IPv6 Forum)은 올해 초 IPv6의 도입 및 관련 시장의 활성화를 위해 전세계적으로 만들어진 컨소시엄으로 회원제로 운영되며, 현재 미국의 마이크로소프트, 선 마이크로시스템즈, 컴팩, AT&T, 유럽의 Case Technology, Thomson-CSF, 일본의 Hitachi, WIDE 등, 전세계 주요한 기업 및 ISP, 연구소 등, 80여개 기관이 회원으로 가입되어 있고, 국내에서도 ETRI와 KT가 회원으로 등록되어 있는 등, 앞으로 IPv6 도입의 방향을 결정짓는 주요한 역할을 할 것으로 보인다[11].

IPv6 포럼은 ISOC 및 IETF IAB, IPng WG 에 의해 지원 받고 있으며, 그 구조는 IPv6 Board 아래에 Promotion 그룹과 Deployment 그룹으로 나누어 조직되어 있다. Promotion 그룹은 Education & Awareness(EA) WG, Project WG, OneWorld WG, Global IPv6 Summit, IPv6 Forum Public Relations, Alliance Program, Fellow Program 등으로 조직되어 있

으며, Deployment 그룹은 Technical Directorate로 구성되며 현재 20명의 전문가로 구성되어 있다. (그림 4 참조)

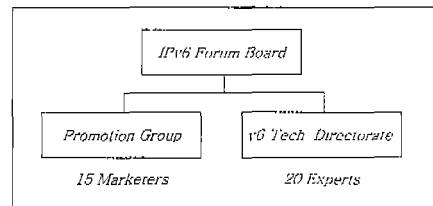


그림 4. IPv6 포럼 구조

EA WG과 PR WG은 IPv6의 기술에 대한 홍보 및 교육을 목적으로 웹 사이트 구축, 문서 및 자료 제공, 전환 도구의 홍보 등을 주된 역할로 하고 있다. 현재 IPv6 백서와 같은 기술 가이드 작성을 고려 중이며, 문서 작성시 다중언어(영어, 일본어, 스페인어)의 고려 및 IPv6의 전환을 도움주기 위한 논문 작성등에 대한 논의가 진행중이다. Project WG은 IPv6 관련한 프로젝트의 후원 및 발굴을 목적으로 하고 있으며, 현재 유럽을 중심으로 하는 다

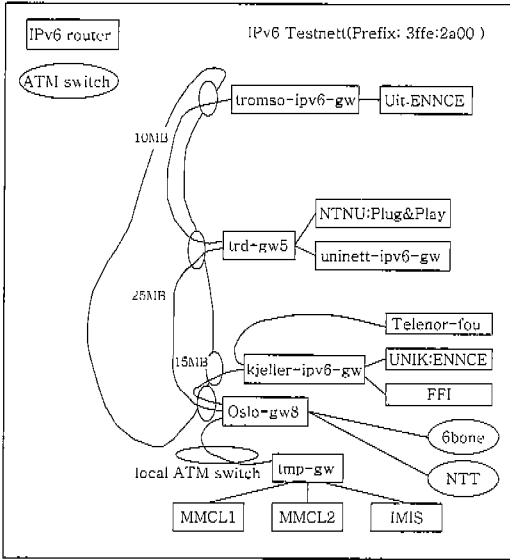


그림 6. 노르웨이 UNINETT IPv6 백본

및 데모 일정을 추진하여 IPv6 관련 구현물의 시험 작업을 추진 중에 있다.

WIDE가 대학 및 연구소 중심의 프로젝트라면, KAME는 실제 IPv6 관련 코드 구현을 목적으로 한 일본 7개 회사(Fujitsu, Hitachi, IJ, NEC, Toshiba, YDC, Yokogawa) 들의 프로젝트로 1998년 4월부터 2000년 3월까지 2년간의

공동 프로젝트로 시작되었으며, FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, BSD/OS상에 IPv6 스택, IPSec, 등의 기술을 구현하는 것을 목적으로 하고 있다. 현재 KAME 코드는 공개용으로 배포되는 IPv6 코드중 가장 안정적인 것으로 알려져 있으며, IPv6 기본 규격 뿐 아니라, DNS, BGP4+, RIPng, IPv6 기반 응용(SMTP, POP, HTTP, Telnet, X11 등)들도 제공하고 있다[12, 13, 14].

2. UNINETT에서의 IPv6 프로젝트(노르웨이)

UNINETT 은 노르웨이에서 추진중인 ATM PVC 기반의 초고속 연구망으로 20여개의 연구소가 주축이 되어 차세대 인터넷 관련한 기술들을 시험중에 있다. 대표적인 프로젝트로는 IPv6 백본 구축, QoS, Mobility, Wireless 등이며, 이 중에서 IPv6 테스트베드는 (그림 6)에서 보는 바와 같이, CISCO 4000 시리즈 IOS IPv6 베타 버전을 기반으로 구축되어 있다. 이를 통하여, UNINETT IPv6망은 현재 Tunnel Broker, IPv6 Native 실험실 구축, IPv6 DNS, FTP 프락시, IPv6 NAT(CISCO), Wireless Mobile IPv6등을 실

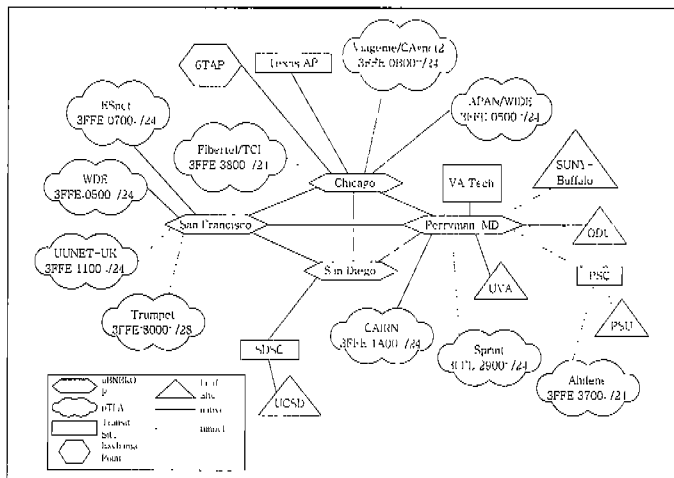


그림 7. vBNS IPv6 백본

험 중에 있다.[15]

3. 인터넷2에서의 IPv6 프로젝트(미국)

인터넷2는 미국 대학을 중심으로 추진중인 차세대 인터넷 프로젝트로서 현재 진행중인 프로젝트로는 IPv6, Measurement, Multicast, Network Management, Network Storage, Quality of Service, Routing, Security, Topology 등이 있다. IPv6의 경우, 인터넷2의 백본으로 사용되는 vBNS를 기반으로 백본이 구성되어 있으며, Abilence의 경우에도 시험적인 수준으로 현재 구축되어 있다. 인터넷2 vBNS IPv6 백본은 (그림 7)에서 보듯이 PVC 메쉬로 연결되어 있으며, 네곳의 IPv6 순수 노드를 중심으로 IGP로는 RIPng가 사용되며, 각 캠퍼스, 기가POP들은 BGP4+를 사용하여 터널 혹은 IPv6 순수망으로 연결되어 있다[16].

4. CANet에서의 IPv6 프로젝트(캐나다)

CA*Net 는 캐나다 Canarie를 중심으로 개발 중인 차세대 인터넷 연구 개발 망 구축 프로젝트로 작년에 끝난 CA*net2는 OC-3를 기본으로 한 ATM PVC 백본을 근간으로 하고 있으며, 올해부터 새로이 시작된 CA*Net3는 현재 OC-48 DWDM 기술을 이용한 한 차세대 인터넷 망 구축 작업을 진행 중이다. CA*Net2에서는 IPv6 연구 결과로는 Viagenie사를 중심으로 GiGaPop 연결을 통한 IPv6 ATM PVC 연결 및 기존 6bone 과의 연결을 추진하였으며, STARTAP과의 IPv6 native 연결을 포함하고 있다. 현재 진행중인 CA*Net3에서의 IPv6 망 구축 작업은 (그림 8)에서 보는 바와 같이 현재 PC 기반의 터널링 서버/라우터를 각각의 GiGaPoP에 구축하여 운영중이며, 6to4, 6over4 와 같은 transition 기술 들을 실

험중에 있다. 현재 네트워크 구축에 관한 작업은 완료되었으며, 이 위에서 응용(IP Telephony, Game, Security) 들을 실험 중에 있다.[17]

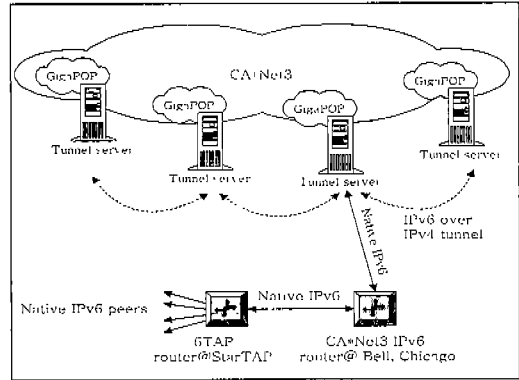


그림 8. CA*Net3 IPv6 망 구축 예

5. G6bone 과 Renater-2 의 IPv6 프로젝트 (프랑스)

프랑스는 G6라는 IPv6 연구 프로젝트를 진행 중이며, 이와 관련하여 G6bone을 구축하여 운영중에 있다. (그림 9)은 G6Bone의 외부 망 연결 및 내부 토폴로지를 나타낸 것이다. 1995년 시작된 이 프로젝트는 대학 및 연구소를 중심으로 한 IPv6 관련 실험망 구축을 목적으로 하고 있으며 참여 기관으로는 CNRS, ENST, INRIA, Universities, Dassault Electronique, Bull, Eurocontrol,

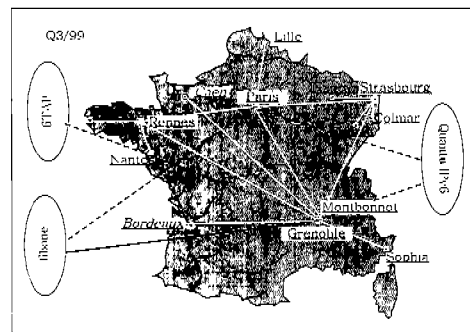


그림 9. G6bone 실험망

등이 있다. Renater-2는 ATM 기반의 프랑스 연구 개발 초고속 실험망으로 운영되고 있으며, 이 중에서 IPv6 망 구축은 6Bone과 연계되어 외부 6TAP과의 연동 시험 등을 추진하고 있다[18].

6. KRv6 프로젝트 (한국)

국내의 경우, 인터넷 호스트 증가 추세에 비해 현재 주소공간은 매우 부족한 상황이다. 이를 국가적인 차원에서 IPv6로 단계별로 대비해 나가는 것이 필요하며, 이때 기존 IPv4로 구성된 기존 인터넷 망과의 호환을 위해서는 IPv4/IPv6 전환기술의 개발이 동시에 요구된다.

ETRI는 1996년부터 IPv4/IPv6 듀얼모드 프로토콜 스택을 개발하기 시작하여 이를 국제 6Bone에 실제 적용하여 시험한 바 있으며, 국내에서는 최초로 6Bone 최상위 주소인 pTLA (pseudo Top Level Aggregation) 주소 3ffe:2e00::/24를 할당 받아 국내 6Bone-KR를 구축 운영해오고 있다. 숭실대, KAIST, ICU, 한양대, 동국대, KT 등에서는 6Bone-KR에 연결하여 국

내 6Bone 구축 작업에 참여한 바 있으며, 이와 관련한 기술을 ETRI와 공동 개발하거나 기본적인 연구를 수행하고 있다. 한편, 국내에서는 ETRI가 IPv6 관련하여 KRv6(KoRea IPv6) 프로젝트를 2000년부터 2년간 추진중이며 KRv6프로젝트의 주요 목표는 다음과 같다[19, 20].

- 국내 IPv6 조기 도입을 위한 단계별 진화전략 및 주소정책 개발
- IPv4 망과 IPv6망과의 호환을 위한 IPv6 전환기술 개발
- IPv6 기반 차세대인터넷 핵심 프로토콜 기술 개발
- 시범 IPv6 사이트 구축

(그림 10)은 국내 IPv6 실험망 계획도를 나타낸 것이다.

V. IPv6 관련 주요 기업들의 제품 현황

3Com, Bay, Cisco Systems, Digital 등 전

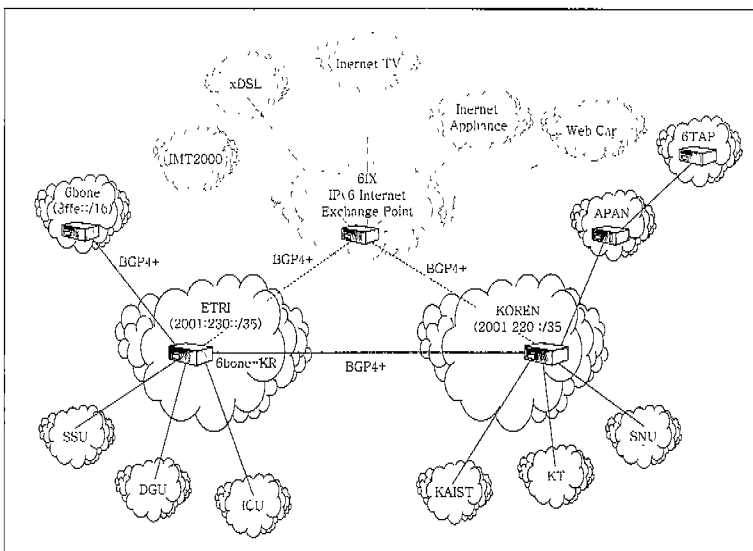


그림 10. 국내 IPv6 실험망 계획도

세계 주요 라우터 벤더들은 IPv6를 지원하는 제품을 개발하여 시험 출시하고 있으나, 이런 시험용 제품들은 모두 IPv6 native 기반의 제품들로 기존 IPv4와의 호환성을 완벽히 제공하지 못하고 있는

실정이다. 그러나 최근 IPv6 도입 가능성이 유럽과 아시아 국가들의 중심으로 확산되고 있으며, 특히 무선 인터넷 서비스 사업자 등이 많은 관심을 갖고 있어 관련 벤더들이 2001년~2002년 사이 상업용

표 5. 주요 업체별 IPv6 관련 개발 동향

업체명	IPv6 기술동향
NTT 및 NTT MCL	<ul style="list-style-type: none"> - NTT는 현재 일본에서 상업적인 IPv6 전용망을 운영 중에 있음. - NTT는 미국내에 자회사인 NTT MCL를 설립하고, 미국내 상업용 IPv6 서비스를 올해 4월부터 시작함. 현재 이 자회사와 일본간의 링크는 연결됨. 아직 요금체제는 결정되지 않은 것임.
Microsoft	<ul style="list-style-type: none"> - 윈도우 2000용 IPv6 스택을 올해 3월부터 제공하고 있음- 윈도우 2000 IPv6 용 API를 지원함으로써 윈도우 응용 개발자들에 의해 IPv6 용 새로운 응용들이 개발될 수 있을 것으로 예측됨. - 이 IPv6 스택은 모든 IPv6 표준 프로토콜들을 지원하며, TAHI와 UNH 대학의 상호운용성 시험을 통과한 상태임.
Nortel	<ul style="list-style-type: none"> - 인트라넷, 무선, 인터넷 전화, 광 인터넷 등을 기반으로 인터넷 비즈니스 서비스를 위한 IPv4와 IPv6 제품을 개발하고 있음. 특히, IPv6 전용 라우터 개발에 주력하고 있음. - 인터넷 비즈니스 서비스에 적용하기 위한 OpenIP 구조와 프레임워크를 개발하고 있으며, IP를 기반으로 개발된 모든 제품은 광기반의 인터넷 코어 망에 쉽게 연결하기 위한 개방형 환경을 포함
SUN	<ul style="list-style-type: none"> - IPv6 스택이 번들로 제공되고 있는 Solaris 8 버전을 지난 1월 26일 출시함. - IPv6 전용 호스트상에서 IPv4 응용을 위한 "IPv6 Socket Scrubber" 라는 API를 개발함. - SUN의 Alain Durand는 IETF의 NGTrans 워킹 그룹의 의장을 맡고 있음
Compaq	<ul style="list-style-type: none"> - 가장 빠른 처리속도를 가진 Alpha 칩을 기반으로 128 비트 IPv6 주소 처리에 대한 최적화 작업을 수행 중임. - 이 Alpha 칩을 기반으로 IPv6 관련 핵심 프로토콜들을 대부분 구현한 상태임. - 올해 하반기에 IPv6 기반의 Tru64 UNIX, OpenVMS 등의 제품을 출시 예정임.
3Com	<ul style="list-style-type: none"> - 보안과 QoS 측면에서 IPv6를 고려하고 있음. - NETBuilder II, PathBuilder S5xx 등의 제품이 IPv6 기능을 제공함.
Cisco	<ul style="list-style-type: none"> - IPv6 개발 로드맵은 3단계에 걸쳐 수행 예정임. 현재 2000년 10월까지 수행하게 될 1단계 과정에 있으며, RIPv6, ICMPv6, ND, 6to4, Telnet, FTP 등의 기능을 구현 중임. - 2단계에서는 IPv6 over MPLS, IPv4/IPv6 변환 기능 등을 구현할 예정임. - 3단계에서는 이동성, 멀티캐스트, VoIP, 보안 기능 등을 구현하고자 함. - 서비스 제공자를 핵심 Cisco 제품 사용자로 생각하고 있으며, VPN, TE 등의 측면을 고려할 때 IPv6 over MPLS가 바람직한 접근 방향이라 생각하고 있음.
Ericsson	<ul style="list-style-type: none"> - Ericsson의 무선망은 GSM 기반으로 유/무선에 동일한 서버/게이트웨이 구조를 가짐. - 이 망 구조 상에서의 서비스를 GPRS라고 부르며, 이는 IP를 이용한 사용자 이동성 서비스를 제공하기 위함임. - 현재, 6to4, NAT-PT, SIIT 등을 기반으로 한 시스템을 구현하고 상호운용성 시험을 수행할 예정임.

IPv6 정식 제품들을 출시 할 것이라고 발표하고 있다. 대표적으로는 시스코와 마이크로소프트를 들 수 있는데, 시스코의 경우 2000년 10월 IOS 12.1(5)T IPv6 정식 버전을 출시하기로 발표하였으며, 마이크로소프트 역시 윈도우 2000에 이미 IPv6 기본 프로토콜을 구현하여 패치 형식으로 제공하고 있고, Internet Explorer IPv6 버전을 2000년 하반기 중으로 제공할 것이라고 발표한 바 있다. (표 5)는 주요 업체별 IPv6 관련 기술 개발 동향을 정리한 것이다.

VI. 결 론

본 고에서는 IPv6 주소를 조기에 도입하기 위한 필요성 및 배경을 살펴보고, IPv6 관련 IETF 국제 표준화 동향, 국가별 주요 프로젝트, 연구 분야 등을 분석하여, 이를 통해 국내에서 IPv6 도입에 대한 성공 가능성을 예측해 보았다. IPv6는 전세계적으로 2002년에서 2005년 사이에 IMT-2000, 정보 가전 분야를 중심으로 먼저 도입이 될 것으로 보이며, 국내에서는 이보다 1~2년 앞서 도입될 가능성도 높다. 국내에서는 ETRI를 중심으로 KRv6 프로젝트를 2000년부터 추진하는 등 IPv6 도입을 위한 본격적인 작업을 추진 중에 있다. 이와 병행하여 범 국가적으로 IPv6 관련 기술 개발 및 국내 도입을 위한 정책, 전략 개발을 성공리에 추진 시킴으로써 차세대 인터넷 기반 기술에 대한 국가 경쟁력을 높이는 동시에 IPv6기술 시장에 대한 국가적인 우위를 선점할 수 있을 것으로 예상된다.

※참고문헌

- [1] 한국인터넷협회, 인터넷백서(Internet White-paper), 1999.
- [2] Internet Statistics: Daily Report from Netsizer, <http://www.netsizer.com/daily.html>
- [3] Peter H. Salus, One Byte at a Time : Internet Addressing, The Internet Protocol Journal, Vol.2, No. 4, 1999.
- [4] Christian Huitema, IPv6: Connecting 6 billion humans, and then 6,000 billion computers, Global IPv6 Summit in Paris, 1999.
- [5] 한국인터넷정보센터, <http://www.krnic.net>
- [6] 매일경제, 2000년 5월1일자 IMT-2000 관련 보도자료, 2000.
- [7] Brian Haberman, Home Networking with IPv6, Global IPv6 Summit in US, 2000.
- [8] 두루넷 케이블 망 사업을 위한 IP 수요 요구 전망 자료, PAC 회의 자료, 1999.
- [9] Rob Goode, NATO C3 Agency, IPv6 in Military Systems, Global IPv6 Summit in US, 2000.
- [10] IETF, <http://www.ietf.org>
- [11] IPv6 Forum, <http://www.ipv6forum.com>
- [12] WIDE, <http://www.wide.ad.jp/>
- [13] KAME, <http://www.kame.net/>
- [14] Jun Murai, IPv6: Japan and the WIDE project, WIDE Project, Global IPv6 Summit in Paris, 1999.
- [15] UNINETT, <http://www.unienn.no/>
- [16] Michael H. Lambert, Pittsburgh Supercomputing Center and NLANR/NCNE, IPv6 and Internet 2, Global IPv6 Summit in Paris, 1999.
- [17] Marc Blanchet, IPv6 activities in

Canada, Global IPv6 Summit in Paris, 1999.

[18] Bernard Tuy, G6bone, Global IPv6 Summit in Paris, 1999.

[19] KRv6프로젝트, <http://www.krv6.net>

[20] 6Bone-KR, <http://www.6bone.ne.kr>

김 용 진

1983년 연세대학교 전자공학과 공학사
 1989년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학석사
 1997년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학박사
 1983년~현재 한국전자통신연구원
 선행표준연구팀 (팀장, 책임연구원)
 2000년~현재 IPv6 포럼 코리아 의장
 1997년~현재 ITU-T SG 13 Q.20 Rapporteur
 2000년~현재 IPv6 Forum, OneWorld WG
 chairman

신 명 기

1992년 홍익대학교 전자계산학과 졸업(학사)
 1994년 홍익대학교 대학원 전자계산학과 졸업(석사)
 1994년~현재 한국전자통신연구원 선행표준연구팀
 선임연구원
 2000년~현재 개방형컴퓨터통신연구회(OSIA) IPv6
 WG 의장

박 정 수

1992년 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 1994년 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
 1994년~현재 한국전자통신연구원 선행표준연구팀
 선임연구원

박 치 항

1974년 서울대학교 응용물리학 (이학사)
 1980년 한국과학원 전자계산학 (이학석사)
 1987년 파리 6대학 전자계산학 (공학박사)
 1974년~1978년 한국과학기술연구소(KIST) 연구원
 1978년~1985년 한국전자기술연구소(KIET) 선임연구
 구원
 1994년~1995년 미국 오레곤주립대학 객원교수
 1985년~현재 한국전자통신연구원(ETRI) 책임연구원
 1998년~현재 한국전자통신연구원 정보화기술연구부
 부 본부장