

차세대 인터넷을 위한 국내 IPv6 진화 방안에 관한 연구

신 명 기[†]·김 용 진^{††}·박 치 향^{†††}

요 약

본 논문은 현재의 인터넷에서 IPv6 기반의 차세대 인터넷으로 진화하기 위한 연구 결과를 기술한다. IPv6 기반의 차세대 인터넷을 도입하기 위한 요구사항 들을 분석하고, 이를 기반으로 기존 IPv4와 호환을 고려한 단계별 IPv6 도입 전략 개발, 본격적인 IPv6 도입 시 외국의 기술력에 의해 기술 피해 및 종속화를 막기 위한 핵심 기술 선정, 신규인터넷기관, ISP들이 IPv6 망을 단계별로 구축, 운용할 수 있도록 하기 위한 망 구축, 진화 방안, IPv6 공식주소의 체계 및 할당 방안, IPv6 관련 국제 활동 강화 등을 포함하는 국내에서 IPv6 진화를 위해 필요한 내용들을 제안한다.

A Study on the Domestic IPv6 Evolution Strategy for Next Generation Internet

Myung-Ki Shin[†] · Yong-Jin Kim^{††} · Chee-Hang Park^{†††}

ABSTRACT

This paper presents IPv6 evolution strategies toward Next Generation Internet. We define requirements for IPv6 transition, then propose the IPv6 evolution strategies by considering IPv4/IPv6 interworking, IPv6 development items with superiority compared to foreign technologies, IPv6 network evolution strategy for operation and management in stages by new Internet site or ISPs, the policy for structure and allocation of production IPv6 addresses, and reinforcement methods of the international activities on IPv6 related areas.

1. 서 론

2000년 12월 현재 인터넷은 전세계 1억 5천만개의 컴퓨터들과 3억명 이상의 사용자들로 연결된 세계 최대의 통신망으로, 이제는 단순히 컴퓨터와 컴퓨터간에 연결된 전문가만을 위한 통신망의 차원을 벗어나, 모든 개인을 하나로 묶는 광범위 한 정보 인프라로서의 역할을 하고 있다. 최근 인터넷의 가장 큰 고민중의 하나는 주소 고갈의 문제로, 현재 인터넷은 32비트 주

소 체계를 사용하는 IPv4(Internet Protocol version 4) 주소 방식을 사용하고 있으나, 최근 무선 인터넷(IMT-2000), 인터넷 정보가전, 가정의 초고속인터넷 접속 PC(ADSL, 케이블모뎀 이용) 수의 증가로 인해 현재의 32비트 주소 체계를 사용하는 IPv4로는 2008년경 인터넷 주소가 완전히 고갈될 것으로 예측하고 있다. 이러한 인터넷 주소 고갈에 대비한 궁극적인 해결책은 차세대 인터넷 주소 방식인 IPv6를 조기에 도입하는 것으로서, 전세계적으로 본격적인 IPv6 도입의 시작을 2002~3년 초쯤으로 예상하여 주소할당 정책, 망 구축과 같은 IPv6 도입을 위한 전략 수립에 많은 연구 노력을 기울이고 있다.

† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 선임연구원
†† 정 회 원 : 한국전자통신연구원 팀장 책임연구원
††† 총신회원 : 한국전자통신연구원 본부장 책임연구원
논문접수 : 2000년 10월 17일, 심사완료 : 2000년 12월 21일

IPv6 도입의 필요성은 인터넷 접속을 원하는 단말수의 증가와 밀접한 관계가 있다. 32비트 주소 체계를 사용하는 IPv4는 논리적으로 약 42억개의 주소 공간이 제공 가능하나, 인터넷 초기 시절 무분별한 클래스(A, B, C) 단위의 할당으로 인해 실제 사용 가능한 주소의 수는 그보다 더욱 적을 것으로 예상하고 있다. 현재 인터넷 서비스 활성화에 따른 주소 공간 부족문제는 128비트의 주소체계를 통해 거의 무한의 인터넷 주소 공간(3.4×10^{38} 개의 주소 공간 제공)을 제공하는 IPv6 방식을 도입함으로써 해결 가능하다. 인터넷 호스트 수는 1988년 이후로 지난 12년 동안 해마다 두 배 이상의 증가 추세를 보이고 있으며, 이러한 증가 추세라면, 2008년경 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[1].

국내의 경우, 인터넷 호스트 증가 추세에 비해 현재 사용 가능한 주소 공간은 매우 부족한 상황이다. 한국인터넷정보센터(KRNIC) 자료에 따르면 1999년 10월 현재 등록된 .KR 호스트 수는 50만여 개에 달하며, 실제 INTERNIC으로 할당 받은 .COM 호스트들을 포함하면 국내 등록된 호스트 수는 그 이상이 될 것으로 추산할 수 있다. 현재 국내에서는 48개의 B 클래스와 23,222개 이상의 C 클래스가 KRNIC에 의해 할당되어 있어, 이를 통하여 예상 측정된 보유 IP 수는 약 1000만개 이상, 국내 인터넷 이용자 수는 1천 6백만 명 이상이 넘을 것으로 예측된다[2]. 더욱이 국내 인터넷 산업은 급속하게 성장 중에 있으며, 신규 인터넷 서비스 사업을 시작하려는 케이블망/ADSL, 무선 인터넷(IMT-2000), 인터넷 정보가전 사업자들이 2005년까지 100만 개에서 1,000만 개 이상의 IP를 새로 요구할 것으로 예측되어, 국내 인터넷 주소 고갈에 대한 우려는 다른 나라들에 비해 더욱 심각하다고 볼 수 있다. 또한 무선 인터넷에서의 내장형 보안기능(IPsec), 최적화된 로밍(route optimization), 자동 주소 설정(auto-configuration) 기능 제공, 인터넷 정보가전에서의 항상연결성(always connected), 플러그 앤 플레이 기능 제공 등은 IPv6를 도입하는 주요 장점중의 하나로 인식되고 있다. 이와 같이 국내외로 새로운 인터넷 서비스를 요구하는 적용 분야들이 등장하게 됨에 따라 IPv6의 도입에 대한 요구가 증가되고 있는 실정이다[3].

본 논문은 현재의 인터넷에서 IPv6 기반의 차세대

인터넷으로 진화하기 위한 연구 내용을 기술한 것으로 기존 IPv4와 호환을 고려한 단계별 IPv6 도입 전략 개발, 본격적인 IPv6 도입 시 외국의 기술력에 의해 기술 피해 및 종속화를 막기 위한 핵심 기술 선정, 신규 인터넷기관, ISP들이 IPv6 망을 단계별로 구축, 운용할 수 있도록 하기 위한 망 구축, 진화 방안, IPv6 공식주소의 체계 및 할당 방안, IPv6 관련 국제 활동 강화 등을 포함하는 국내에서 IPv6 진화를 위해 필요한 내용들을 제안한다.

2. IPv6 도입을 위한 요구사항

현 인터넷 체계에서 IPv6 기반의 차세대 인터넷으로 진화하기 위해서는 범 국가적으로 체계적인 전환정책 및 기존 IPv4에서 IPv6로의 전환을 위한 진화 시나리오 구성이 필요하다. 그 이유는 IPv6로의 전환이 어느 한 시점을 기준으로 단기간 내에 이루어지지 않으며, 따라서 초기 IPv6 망은 기존 IPv4와의 연동 및 호환을 고려하여 구축하여야 하기 때문이다. 이를 위해 본 논문에서는 국내에서의 IPv6 도입을 위한 요구사항 들을 다음과 같이 정의하고, 각각의 요구사항을 만족시키는 기술정책 및 시나리오를 제시하고자 한다.

- **전환정책 개발** : 인터넷 사용자들이 혼란 없이 서비스를 받을 수 있도록 기존의 IPv4와 호환을 고려한 IPv6 도입 추진
- **기술 개발** : 본격적인 IPv6 도입 시 외국의 기술력에 의해 기술 피해 및 종속화를 막기 위해 핵심 기술 및 경쟁력 있는 부분을 선정하여 기술 개발 지원
- **망 구축 운용** : ISP들이 IPv6 망을 단계별로 구축, 운용할 수 있도록 유도하고 IPv6 용 차세대인터넷 교환노드(IX : Internet eXchange) 구축
- **주소 확보 및 보급** : 급증하는 인터넷 사용자 수요에 즉시 대비할 수 있도록 IPv6 주소의 안정적인 확보 및 보급
- **국제활동 강화** : IPv6 관련 국제 기구의 회의 참가 및 협력 지원

요구사항 들을 구현하기 위해서는 다음과 같은 추진 체계가 필요하다.

- 국내 IPv6의 단계별 도입을 위해 기존 인터넷 주소 방식인 IPv4와의 호환을 고려한 IPv4/IPv6 주소 변환기(게이트웨이) 개발, IPv6 DNS 서버/메일

서버 업그레이드, 응용 프로그램 확장 등을 통하여 차세대 주소 방식인 IPv6가 자연스럽게 기존 인터넷에 도입되어 진화하도록 유도하고, 실제 적용에 앞서 정부 차원의 마스터플랜을 개발하여 이에 맞추어 단계별로 IPv6를 도입할 수 있어야 한다.

- 인터넷 주소 할당 및 진화전략을 수립하기 위해 정보통신부, 정부출연연구소, 한국전산원, 한국인터넷정보센터(KRNIC), 인터넷서비스제공자(ISP), 대학 등으로 구성된 "IPv6도입협의회"를 구성, 운영하여 국내 IPv6 도입 시기 및 방향 설정을 위한 각계의 의견을 수렴하여야 한다.
- IPv6 기반 차세대 인터넷 핵심 프로토콜 기술들을 단기간에 효율적으로 개발하기 위하여 기존 IPv4 기반의 프로토콜 전문가 집단인 대학, 연구소 등이 주도로 공동개발 연구를 추진하여, 그 기반 연구 위에 차세대 핵심 기술인 멀티캐스트, QoS, IPsec, 이동 IP, VPN 등의 기술을 IPv6상으로 확장하는 접근 방식을 취하도록 한다.
- 개발된 IPv6 도입 전략 및 전환기술에 따라 IPv6 시범 사이트를 구축하고, 이 사이트를 점차 확장하여 국내 각 IPv6 사이트를 연결하는 실제 IPv6 인터넷 백본으로 활용할 수 있는 수준으로 운영하도록 한다.

3. 국내 IPv6 진화 전략

3.1 IPv6 도입을 위한 전환 정책

IPv6 도입을 위한 전환 정책은 현 인터넷 망에서 IPv6 주소를 도입하기 위한 정부 차원의 마스터플랜을 수립하고, 단계별 IPv6 적용 분야 결정 및 조기 도입을 유도하기 위한 내용을 포함한다.

IPv6 도입을 위한 마스터플랜에는 정부 및 산, 학, 연의 역할 제시를 포함하는 단계별 적용 로드맵 및 정부의 지원 방안, IPv6 기술개발 업체를 위한 IPv6 표준 전환 기술 로드맵, IPv6의 이용을 요구하는 망 사업자, 서비스 사업자, 개별기관, 일반 사용자 별로 적용 대상, 분야별 전환 방법 및 방안(지침) 등이 포함되어야 한다.

IPv6의 조기 적용 분야를 예측하면 다음과 같다.

- 이동전화망에서의 무선 인터넷 서비스 분야(IMT-2000)

- 홈 네트워킹을 통한 인터넷 정보가전 분야
- 가정, PC방 등에서의 초고속인터넷 접속 분야 (ADSL, 케이블 모뎀 이용)
- 군사 분야

국내 IPv6의 원활한 도입을 위해서는 다음과 같은 단계별 도입 전략이 요구된다.

- 1단계(현재~2001년, IPv4 인터넷/IPv6 실험망 수준)
 - 현재 IPv4 인터넷 주소 효율적 관리 병행
 - 국가차원의 IPv6 국내 주소체계 수립 및 주소 블록 할당(APNIC → KRNIC → 국내 ISP 체제)
 - 국내 IPv6 수요조사 및 관련 ISP 요구사항 수집 (IMT-2000, 정보가전 등)
 - 6Bone-KR, KOREN IPv6, 6NGIX 구축, 연동을 통한 국내 IPv6 차세대인터넷 백본망 구성
 - 국내 IPv6 도입 협의회 구성
- 2단계(2002년~2005년, IPv4 대규모 망/IPv6 소규모 망)
 - 무선인터넷(IMT-2000), 정보가전(인터넷 TV, 냉장고, 오븐) 등에 먼저 IPv6 도입을 유도
 - IPv6 도메인 이름 정책 개발
 - IPv6 주소를 지원하는 DNS 서버 업그레이드 시작
 - IPv6를 지원하는 운영체제 및 각종 응용 업그레이드 유도(MS 윈도우 2002년 버전에 IPv6 지원 예정)
 - IPv6 순수망으로 구성된 시범 사이트를 단계별로 구축하도록 유도하고, IPv4/IPv6 변환 게이트웨이를 IPv6 순수망의 출구쪽에 설치하도록 유도
- 3단계(2006년~2010년, IPv6 대규모 망/IPv4 소규모 망)
 - 국내 5대 ISP는 자신의 백본망의 출구쪽에 IPv4/IPv6 변환 게이트웨이를 설치하도록 유도
 - 사용자 단말쪽에 IPv6 주소도입의 완료(이때는 이미 MS 윈도우를 비롯한 대부분의 운영체제에서 IPv6 지원 할 것임)
 - 모든 DNS 서버가 IPv6를 지원하도록 업그레이드 완료
 - 대부분의 응용이 IPv6 순수 응용으로 동작되도록 제공
- 4단계(2010년 이후, IPv6 순수망)
 - IPv6 기반의 차세대 인터넷 도입 완료
 - 인터넷 접속을 요구하는 모든 장치는 IPv6을 통

<표 1> IPv6 도입- 1단계 마스터플랜(안)

1 단 계		
	시 기	IPv6 초기 실험 단계(2000~2001년)
	역 할	현인터넷(IPv4), 일부실험망(IPv6), <인터넷 = IPv4>
정 부	정부 차원의 정책 수립 및 단계별 전환 유도	<ul style="list-style-type: none"> • IPv6 주소 도입을 위한 정부차원의 마스터플랜 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 단계별 적용 로드맵 작성 (2001~2011) 및 정부의 지원 방안, 정책 결정 (정부 및 산, 학, 연의 역할 제시) - 적용 대상, 분야별 전환 방법 및 방안(지침) 개발 : 망 사업자, 서비스 사업자, 개별 기관, 일반 사용자 대상 - IPv6 표준 전환 기술 로드맵 작성 : IPv6 기술개발 업체 대상 • 차세대인터넷 정부 사업중 IPv6 관련 기술 개발 지원 강화 및 신규 과제 발굴 • 산업체의 핵심 기술개발 유도 및 IPv6 주소 보급을 위한 SL/NL/교육/컨설팅 업체 육성 발굴 • IPv6 도입 추진 협의회 구성 <ul style="list-style-type: none"> - 정보통신부, ETRI, NCA, KRNIC, ISP, 산업체, 대학 등으로 구성 - 국내 IPv6 주소 도입을 위한 각계의 의견 수렴 ※현재 운영중인 IPv6 포럼 코리아 활용 가능
정부출연 연구소	관련 핵심 기술 개발 및 시험망 구축, 국내 IPv6 기술 수요조사 및 요구사항 분석	<ul style="list-style-type: none"> • IPv6 핵심 전략 분야 기술 개발 과제 수행 <ul style="list-style-type: none"> - IPv4/IPv6 주소변환기 ※현재 ETRI가 2003년까지 개발 중 - IPv6기반 자동네트워킹 표준기술 개발 ※ETRI가 2001년부터 개발 예정 - IPv6 지원 초고속 라우터 - IPv6 지원 무선 인터넷 접속 게이트웨이 등 - IPv6 기반의 핵심 프로토콜 개발 <ul style="list-style-type: none"> * QoS, Multicast, Mobile IPv6, Security 등 • IPv6 시험망 구축 및 외부 연결 실험 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 IPv6 시험망 구축 : 6Bone-KR, KOREN IPv6 네트워크 이용 - 해외 실험망 연결 <ul style="list-style-type: none"> * 미국 : GTAP, 일본 : WIDE, 유럽 : 6INIT 등 • 국내 IPv6 주소 수요조사 및 관련 ISP 요구사항 수집 <ul style="list-style-type: none"> - IMT-2000, 인터넷 정보가전, ADSL/케이블망, PC 통신 등
KRNIC	국가 차원의 IPv6 공식주소 확보 및 주소 할당 서비스 총괄	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 IPv4 인터넷 주소 효율적 관리 병행 <ul style="list-style-type: none"> - IP 주소 관리 협의체를 운영하여 2005~6년까지는 기존 IPv4의 수급이 원활 하도록 하는 동시에 기존 IPv4 주소의 효율적 관리 병행 - 국내 IPv6 공식주소 주소체계 및 할당 체계 수립 (APNIC -> KRNIC -> 국내 ISP) • IPv6 공식주소 최상위 영역(sTLA) 배정 서비스 제공 및 주소 다량 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 IPv4와 동일하게 IPv6도 국가NIC으로서의 역할 준비 (APNIC과의 협의 필요)
ISP	IPv6 공식주소 확보 및 시험망 연동을 통한 Trial 서비스 준비	<ul style="list-style-type: none"> • IPv6 공식주소 최상위 영역(sTLA) 다량 확보 <ul style="list-style-type: none"> ※현재 ETRI, KT, 데이콤, 하이텔, 하나로, 한국전산원 등이 확보중 • KOREN 망 연동을 통한 시범적 Trial 서비스 준비 <ul style="list-style-type: none"> - 터널 브로커 구축 • 무선인터넷 망 사업자들은 IPv6 도입을 위한 요구사항 수집 및 관련기술 준비
산업체/대학	IPv6 응용 개발 및 기초 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 벤처 기업을 중심으로 IPv6 응용 및 관련 컨텐츠 개발 준비 • 업체들은 IPv6 지원 장비(라우터, 스위치 등) 개발 준비 • QoS, Security, Mobility 등 IPv6 기초 기술 연구
인터넷 사용 개별 기관	IPv6 NLA 주소 확보 및 소규모 시험망 구축	<ul style="list-style-type: none"> • IPv6 NLA(개별 기관주소) 확보 <ul style="list-style-type: none"> ※현재 ETRI, KT 등을 통해 할당 받을수 있음 • 6Bone-KR, KOREN 망 연결을 통해 소규모 시험망 구축 • 터널 브로커 이용 Trial 서비스 연결 받음

해 연결 가능
 • 개인을 중심으로 여러 IP/도메인 부여가 가능하도록 하는 개인 주소/도메인 정책 개발

위의 정의에 기반 한 "IPv6 도입- 1단계"를 위한 정부 차원의 상세한 마스터플랜(안)을 <표 1>과 같이 제안한다.

3.2 국내 IPv6 기술개발 항목

국내에 필요한 IPv6 기술개발 항목 선정 및 집중 지원을 위해서 본격적인 IPv6 도입시 외국의 기술력에 의해 기술 피해 및 종속화를 막고 기술 선진국과의 경쟁이 가능한 핵심, 주요 기술들을 아래와 같이 정의한다. 아래에 선정된 기술들은 3.1절에서 제안한 단계별 도입 전략에 따라 역시 단계별로 진행되어야 하며, 현재 국내외로 제안된 표준기술 들을 중심으로 나열된 것임으로 앞으로 신기술이 제안될 경우, 추가적으로 확장되어야 한다.

- IPv4망과 IPv6망간의 호환을 위한 IPv4/IPv6 전환 기술
 - IPv4/IPv6 주소변환기(게이트웨이)
 - IPv4/IPv6 변환 API 등
- IPv6 기반 자동 네트워킹 표준기술
 - IPv6 주소 자동설정(auto-configuration) 및 플러그 앤플레이 기술
 - 라우터/호스트 주소 재지정(renumbering) 관리 기능
 - IPv6 기반 인터넷 접속 장치 관리, 통합, 운용 기술 등
- IPv6 기반 차세대인터넷 핵심 프로토콜
 - IPv6 기반 멀티캐스트 기술 및 응용
 - IPv6 기반 QoS(Quality of Service) 서비스
 - IPv6 기반 IPsec 기술 등
- IPv6 기반 응용 및 적용 기술 개발
 - IPv6 기반 기본 응용 프로그램 (E-메일, 웹서버, 웹 브라우저 프로그램 등)
 - IPv6 지원 도메인 네임 서비스 (Domain Name Service : DNS) 서버
 - IPv6 기반 이동 IP(Mobile IP) 기술 및 이동환경 적용 기술 개발
 - IPv6 기반 IP VPN(Virtual Private Network) 서비스 개발 등
- IPv6 기반 콘텐츠 및 서비스 개발

3.3 국내 IPv6 망 구축 운용 및 진화 전략

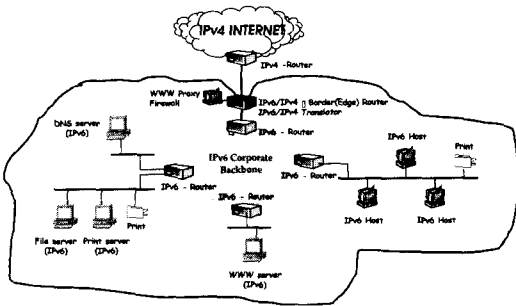
IPv6로 구성된 차세대 인터넷 망은 기존 IPv4 망으로부터 어느 한 순간에 이진되지 않으므로 이와 관련된 선행 기술들을 실제 망에 적용하기에 앞서 시험망

을 구축하여 예상되는 문제점들을 앞서 해결해야 하며, 이러한 차세대 인터넷 시험망들 간의 연동시험을 통해 기술적인 검증 작업을 병행하여야 한다. IPv6 시험망 구축은 실제 IPv6 망을 인터넷 상으로 확장하기 이전에 시범 사이트 수준에서 이를 사용하고 검증한다는 데 목적이 있다. 현재 전세계적으로 소규모의 테스트 베드에서 한 기관의 사이트 규모에 이르기까지 다양한 IPv6 시험망이 구축 운용되고 있다. IPv6 시험망은 구축 초기에는 IPv4/IPv6 듀얼모드로 구성되는 라우터 및 호스트들로 구성되어 외부 라우팅은 6Bone과의 연동을 통해 구축되는 방식이 일반적이며, 점차 망이 확장되고 응용 프로그램이 추가로 지원되면서 IPv4/IPv6 듀얼모드 망 보다는 IPv6 순수(native) 망 구축으로 전환되어 구축되는 것이 바람직하다. 이때 IPv6 순수망과 IPv4 기존 인터넷 망과의 연동은 NAT-PT(Network Address Translation Protocol Translation)와 같은 IPv4/IPv6 변환 게이트웨이를 IPv6의 순수망의 출구쪽에 설치하여 운용하면 된다. 현재 IPv6 시험망을 구축하기 위해서는 크게 IPv6 기능이 지원 가능한 라우터와 호스트 장비, 그리고 응용 프로그램으로 크게 나눌 수 있으며, 이러한 시험망 연결이 완료되면, 체계적인 주소할당 및 라우팅 계획, 외부와의 연동 및 운용 정책 결정 등이 요구된다. IPv6 시범 사이트의 구축을 위한 요구사항은 다음과 같다.

- IPv6 지원 가능한 라우터 및 호스트 준비
- IPv6 시험망 내에서 요구되는 IPv6 응용 환경(WWW, DNS, Mail 등)의 선정
- IPv6 시험용 주소, 혹은 공식 주소를 획득하고, 이를 기반으로 체계적인 주소할당 및 라우팅 계획, 외부와의 연동 및 운용 정책등을 결정
- 실제 IPv6 시험망을 한 서브넷 규모, 혹은 시범 사이트 규모로 구축할 것인지를 결정하고, 외부 망과의 연동을 위해 국내 6Bone-KR, KOREN 등 IPv6 기반 차세대 인터넷 망과의 연결을 추진
- IPv6 순수망 혹은 IPv4/IPv6 듀얼모드의 망을 목적 및 필요에 따라 적절히 나누어 구성하고, IPv6 순수망의 경우에는 외부 IPv4망과의 연동을 위해 IPv4/IPv6 변환기 등을 구축
- IPv6 시험망 구성이 완료되면, 이러한 망을 점차 실제 망으로 확산, 진화하기 위한 증장기 계획을 체계

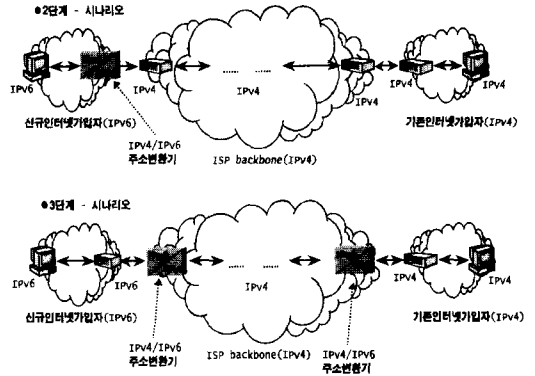
적으로 수립

IPv6 시범 사이트 구축을 위한 환경 사양으로는 크게 라우터와 호스트 장비 및 응용 프로그램 등으로 구분되며, 구축하고자 하는 규모 및 응용 요구사항에 맞추어 IPv6 시험망을 구축 가능하다. 예를 들어 IPv6 순수 사이트 규모의 IPv6 시험망은 (그림 1)과 같이 구축 가능하다. 현재 일반적으로 사용되는 웹, 메일, DNS 등 한 사이트 규모에서 사용되는 응용들은 모두 IPv6 지원이 가능하므로 별다른 어려움 없이 IPv6 시험망을 구축 가능하다. 예를 들어 (그림 1)에서 보는 바와 같이 IPv6 백본을 기반으로 프린트 서버, 파일 서버, 웹 서버, 메일 서버들을 구축하고 일반 사용자들은 IPv6 호스트로써 동작하면 IPv4와 동일한 사이트를 구성 가능하며 이러한 IPv6 사용자가 외부 IPv4 인터넷과의 연동을 요구할 경우를 위해 IPv4/IPv6 주소 변환기를 사이트의 출구 게이트웨이에 설치해 두고, 특별히 웹 트래픽이 많을 경우를 대비하여 IPv4/IPv6 웹 프락시 등을 구축한다면, 최적의 IPv6 사이트를 구축할 수 있다. 이러한 신규 IPv6 기관은 중장기 적으로 진화하기 위해 (그림 2)와 같이 ISP의 변화에 따라 좀더 효율적으로 IPv6 라우팅이 가능해 지도록 구축되어야 한다. (그림 2)에서 IPv6 망 구축 단계 과정은 3.1절에서 기술한 도입 단계에서 2단계에 해당되며, 중장기 과정은 3단계에 해당된다. 중장기 발전 단계에서는 ISP 백본망에 IPv4/IPv6 주소변환기를 설치 운영하도록 진화된다.



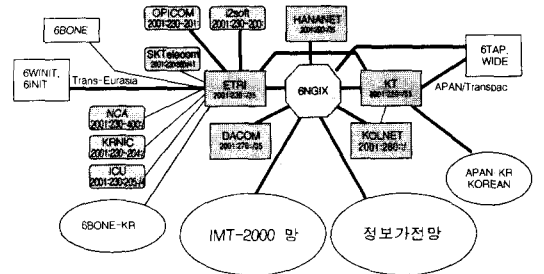
(그림 1) IPv6 순수 사이트 구성 예 및 기존 IPv4 인터넷과의 연동 구조

이러한 IPv6 시범 사이트들은 IPv6의 도입 시기에 따라 규모를 점차 확장하게 되며, 또한 현재 국내 4개 인터넷 교환 노드들도 IPv6를 지원하는 차세대인터넷



(그림 2) 신규 IPv6 가입자 기관 및 ISP의 단기/중장기 진화 전략

교환노드 수준으로 운영할 수 있도록 확장이 요구된다. 따라서 추후 국내 IPv6 망을 (그림 3)과 같이 진화하도록 운용하여야 한다.



(그림 3) 국내 IPv6 망 진화 방향

3.4 국내 IPv6 공식주소 체계 및 할당 정책

인터넷 주소 관리를 책임지고 있는 IANA(현재 ICANN으로 이전중임)에서 지난 1999년 7월 각 대륙별 레지스트리(APNIC, ARIN, RIPE-NCC)에 IPv6 공식주소 할당을 위임 한 이후, 전세계적으로 약 60여개 기관에서 IPv6 공식주소를 할당 받아 본격적인 IPv6 주소 할당을 위한 작업을 준비 중에 있다. 국내에서는 2000년 12월 현재 ETRI, KT, 데이콤, 하이텔 등이 APNIC으로부터 sTLA(sub Top Level Aggregation) 영역을 할당 받아 국내 용으로 사용 중에 있다. 본 논문에서는 APNIC으로부터 국내 용으로 할당 받은 IPv6 공식주소 sTLA영역을 국내 ISP 및 기관들에게 NLA 영역으로 나누어 계층적으로 할당하기 위한 규칙을 정의하고 이를 통해 NLA 기관이 사이트(서브네트

획) 단위로 SLA 영역을 할당하기 위한 기본적인 규칙을 제안하여 국내 표준으로 제정 신청중인 내용을 기술한다[7].

3.4.1 IPv6 주소 할당 체계

IPv6 주소 체계는 “IP Version 6 Addressing Architecture”[4] 문서에 정의되어 있으며, 이를 기반으로 “Aggregatable Global Unicast Address”는 문서[5]에 정의된 대로 할당되어 사용된다.

IETF 표준에서 정의한 “Aggregatable Global Unicast Address IPv6” 위한 주소 체계는 (그림 4)와 같다[5].

		/16	/24	/48	/64	/128
FP	TLA	RES	NLA	SLA	Interface ID(64)	
(3)	ID(13)	(8)	ID(24)	ID(16)		

(그림 4) “Aggregatable Global Unicast Address” 형식[4]

- FP : 포맷 프리픽스(Format Prefix) (=001)
- TLA ID : 최상위 집합형 식별자(Top-Level Aggregation Identifier)
- RES(Reserved for future use)
- NLA ID : 다음 레벨 집합형 식별자(Next-Level Aggregation Identifier)
- SLA ID : 사이트-레벨 식별자(Site-Level Aggregation Identifier)
- Interface ID : 인터페이스 식별자

FP는 “Aggregatable Global Unicast Address”임을 나타내기 위한 플래그로 “001”로 정의되어 있으며, IANA에서는 TLA ID 값을 <표 2>와 같이 할당한 상태이다 (2000년 12월 현재). 이러한 할당 규칙에 따라 6Bone(IPv6 Backbone) 실험용 IPv6주소는 3ffe::/16, 공식주소는 2001::/16, 6to4 주소는 2002::/16 프리픽스를 갖게 되며, 각각의 주소 형식은 (그림 5)와 같이 구성된다.

<표 2> IANA에서 IPv6용 TLA ID 할당 현황

(2000년 12월 현재)

	TLA ID
6bone 용	0x1FFE
공식주소 용	0x0001
6to4 용	0x0002

1) 본 국내 IPv6 NLA 주소할당 규칙은 ETRI의 초안으로 작성되어 PAC 위원회의 검토를 거쳐 현재 KR 121 권고안으로 등록되어 있으며, 현재 TTA 단체표준으로 제안, 검토 중에 있음.

(그림 5a)에서 6Bone 용 실험용 주소의 경우, pTLA ID를 위한 n값은 IETF 회의에서 99년 상반기까지 8비트, 그 이후부터는 12비트로 정의하여 사용되고 있으며, (b)에서 IPv6 공식주소의 경우, sTLA ID를 위한 값은 13 비트로 정의되어 사용되고 있다. (그림 5c)에서 32비트의 IPv4 주소는 6to4 망의 출구 라우터의 IPv4 주소가 할당되어 사용된다.

APNIC, ARIN, RIPE NCC에서는 “slow start” 정책 [6]에 따라 IPv6 초기 단계(Initial Stage)에서의 IPv6 공식주소 sTLA 영역을 /35 프리픽스 단위로 순차적으로 (그림 6)과 같이 할당하고 있다. 할당 받은 영역의 80% 이상이 사용되면, sTLA 기관은 APNIC, ARIN, RIPE NCC로부터 그 영역에 이어서 재할당 받을 수 있다.

		/16	/16+n	/48	/64	/128
0x3FFE	pTLA ID(n)	pNLA ID(32-n)	SLA ID(16)	Interface ID(64)		

(a) 6bone 실험용 주소 형식

		/16	/29 /35	/48	/64	/128
0x2001	sTLA ID(13)	R (6)	NLA ID(32n)	SLA ID(16)	Interface ID(64)	

(b) IPv6 공식 주소 형식

		/16	/48	/64	/128
0x2002	IPv4 address (32)	SLA ID(16)	Interface ID(64)		

(c) 6to4주소 형식 형식

(그림 5) 현재 정의된 IPv6 주소형식 6Bone, 공식주소, 6to4

		/16	/35	/48	/64	/128
0x2001	sTLA ID(19)	NLA ID(13)	SLA ID(16)	Interface ID (64)		

(그림 6) 초기단계 IPv6 공식 주소 형식

IPv6 sTLA 공식주소 영역은 현재 APNIC이 2001:200::/35, ARIN은 2001:400::/35, RIPE NCC는 2001:600::/35 영역에서 시작하여 순차적으로 할당해 준다.

3.4.2 국내 IPv6 공식주소 할당 정책

1) 일반적인 할당 정책

국내 IPv6 할당을 위한 주소 정책, 회수, 재할당

요청, 레지스트리 등록 등 일반적인 사항들은 APNIC의 IPv6 주소 할당 규칙(안)[5] 및 국내 요구사항에 따른다.

2) NLA 주소 영역 할당

IPv6 공식주소 할당 초기 단계에서의 국내용 sTLA를 기반으로 한 NLA 주소영역 할당 규칙은 다음과 같이 정의한다.

sTLA 기관은 APNIC으로부터 할당 받은 sTLA /35 영역을 기반으로 SLA ID를 할당하기 전인 /48 프리픽스 까지 NLA ID를 (그림 7)과 같이 계층적인 방식으로 할당할 수 있다. 즉, IPv6 공식주소의 할당 시 “최종 기관(end user organization)” 단위의 할당은 NLA ID, /48 프리픽스로 할당된다. NLA ID/48 프리픽스를 할당받은 기관의 SLA ID 할당은 NLA ID 기관에 의해 자율적으로 정의된다. 결과적으로 IPv6 초기 단계에서 sTLA/35 영역을 기반으로 할당해 줄 수 있는 전체 최종 기관 수는 $8192(=2^{13})$ 기관이며, 그 아래 /48 프리픽스를 할당 받은 NLA 기관에서 할당해 줄 수 있는 SLA ID, 사이트(또는 서브네트워크) 수는 $65536(=2^{16})$ 개이다.

/35+n		/48	/64	/128
NLA 1(n)	Site (13-n)	SLA ID(16)	Interface ID (64)	

/35+n+m		/48	/64	/128
NLA 2(m)	Site (13-n-m)	SLA ID(16)	Interface ID (64)	

/35+n+m+o		/48	/64	/128
NLA 3(o)	Site(13- n-m-o)	LA ID(16)	Interface ID (64)	

(그림 7) NLA 영역 할당 체계

sTLA 기관은 NLA 주소 영역을 세분화 하여 NLA1, NLA2, NLA3등으로 (그림 7)과 같이 나눌 수 있으며, 이때 n, m, o비트 값은 sTLA 기관이 자신의 서비스 영역 및 회원 기관 수에 따라 유동적으로 정의할 수 있다. sTLA 기관은 NLA 할당을 위해 “slow start” 기법을 사용할 수 있으며, 할당 받은 영역의 80% 이상이 사용되면, NLA 기관은 sTLA 기관에서 재할당을 요청할 수 있다.

3) SLA 주소영역 할당

NLA 기관에서의 SLA ID 할당은 NLA 기관에서 관리하는 서브네트워크 및 사이트 규모 및 수에 따라 자율적으로 /49 ~ /64 프리픽스 영역으로 계층적으로 세분화 하여 (그림 8)과 같이 정의할 수 있다.

/64	/128
SLA ID (16)	Interface ID (64)

(그림 8) 국내 SLA 할당 체계

3.4.3 ETRI sTLA 2001:230::/35를 기반으로 한 국내 NLA ID 할당 예

ETRI는 국내 IPv6 관련 연구기관, 대학 및 ISP 등을 대상으로 IPv6 공식주소에 대한 할당 서비스를 실시하고 있다. 이 할당 서비스는 인터넷 망 사업자, IPv6 관련 연구를 수행하는 대학, 연구소 및 기업을 대상으로 한다. sTLA 2001:230::/35 기반의 ETRI IPv6 주소 할당규칙은 (그림 9)와 같다.

/16	/35	/41	/48	/64	/128
0x2001	0x0230	NLA1 (6)	NLA2 (7)	SLA ID(16)	Interface ID(64)

(그림 9) ETRI sTLA 할당(안)

- 할당 공간 (ETRI IPv6 sTLA, 2001:230::/35)
 - NLA1 : 대규모의 ISP 사업자(기존 IPv4의 경우, 고객 기관이 10기관 이상인 경우) 또는 10기관 이상이 모인 국가차원의 대규모 공동 연구 프로젝트 사업 규모로 할당되며, 6Bone에서의 pTLA, 혹은 pNLA 기관으로 6개월 이상 운영한 경험이 있는 기관
 - NLA2 : 개별 기관(end user organization)
 - SLA : NLA 기관에 의해 자율적으로 할당
- 할당 대상
 - 인터넷 망 사업자(ISP)
 - 대학(대학부설 전산소) 및 개별 교육기관
 - 국책 연구소 및 개별 기업체 등

위의 안에 기반을 두면, NLA1 ISP 사업자는 $2^6(=64)$, NLA2는 $2^7(=128)$ 개의 기관에게 할당이 가능하다.

3.5 IPv6 국제 표준화 활동 □

현재 IPv6의 도입 관련한 전세계 동향은 전반적으로 초기 단계라고 볼 수 있다. 따라서 1970년 인터넷 초기 시절 미국 중심의 인터넷 망 구축 및 주소 할당이 이루어졌듯이, 새로 만들어질 IPv6 기반 차세대 인터넷 망은 초기 IPv6 국제 활동의 결과로 인해 그 주도권이 좌우될 것으로 보인다. 현재 IPv6와 관련한 표준화는 IETF[8] 중심으로 이루어져 있으며 그 작업반은 표준 규격을 정의하는 IPng 그룹과 IPv4/IPv6 변환기술을 정의하는 NGTrans 그룹으로 나누어진다. 국내에서는 이미 표준화가 거의 완료되어 가고 있고, 미국 주도의 IPng 작업반 보다는 현재 각국의 IPv6 도입 경험을 중시하고 있으며, IPv6 망 운용 기술, 새로운 IPv4/IPv6 변환기술 아이디어를 모집중인 유럽, 일본 중심의 NGTrans 그룹에서 국제 활동을 하는 것이 더욱 효과적일 것으로 예측된다. 그리고 IPv6 도입을 위한 국제 협의회인 IPv6 포럼[9]은 국제적으로 IPv6 도입 및 정책 방향에 큰 영향을 미치는 만큼, IPv6 포럼의 국내 참여 또한 매우 중요하다. IPv6 포럼의 경우는 국내에서 ETRI, KT, KOREN 등이 회원으로 가입되어 있으며, ETRI에서 IPv6 포럼의 OneWorld WG의 의장을 맡고 있는 등 국제적으로 많은 활동을 하고 있어, 이 창구를 통하여 국내 IPv6의 요구사항 및 관련 도입 기술들을 많이 습득하고 국내 기술력을 외부에 알리는 좋은 기회로 삼아야 할 것이다.

4. 결 론

본 논문은 현재의 인터넷에서 IPv6 기반의 차세대 인터넷으로 진화하기 위한 기술적인 내용을 제안한 것으로 기존 IPv4와 호환을 고려한 단계별 IPv6 도입 전략 개발, 본격적인 IPv6 도입 시 외국의 기술력에 의해 기술 피해 및 종속화를 막기 위한 핵심 기술 선정, 신규인터넷기관, ISP들이 IPv6 망을 단계별로 구축, 운용할 수 있도록 하기 위한 망 구축, 진화 방안, IPv6 공적주소의 체계 및 할당 방안, IPv6 관련 국제 활동 강화 등을 포함하는 국내에서 IPv6 진화를 위해 필요한 내용들을 포함하고 있다. IPv6는 전세계적으로 2002년에서 2005년 사이에 IMT-2000, 정보가전 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 본 논문에서 제안한 내용을 기반으로 정부 주도의 IPv6 사업을 체계적으로 추진한다면, 차세대 인터넷 기반 기술에 대한 국가 경쟁력을 높이는 동시에 IPv6 기술 시장에 대한 국가적인 우위를 선점할 수 있을 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] H. Peter, Salus, One Byte, at a Time : Internet Addressing, The Internet Protocol Journal, Vol.2, No. 4, 1999.
- [2] 한국인터넷정보센터, www.nic.or.kr
- [3] 김용진, 신명기, 박정수, 박치항, 인터넷을 위한 IPv6 기술, 한국통신학회학회지 9월호, 2000.
- [4] Hinden, R., Deering, S., "IP Version 6 Addressing Architecture," Internet Draft, <draft-ietf-ipngwg-addr-arch-v2-02.txt>, 1999
- [5] Hinden, R., Deering, S., O'Dell, M., "An Aggregatable Global Unicast Address Format," Internet Draft, <draft-draft-ietf-ipngwg-tla-assignment-04.txt>, 1999
- [6] APNIC, "Provisional IPv6 Assignment and Allocation Policy Document," 1999.
- [7] 신명기, sTLA 기반 IPv6 NLA 할당 규칙, RFC-KR 121, 2000.
- [8] IETF, www.ietf.org
- [9] IPv6 포럼, www.ipv6forum.com



신 명 기

e-mail : mkshin@pec.etri.re.kr

1992년 홍익대학교 전자계산학과 졸업(학사)

1994년 홍익대학교 대학원 전자계산학과 졸업(석사)

1994년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터 선임연구원

2000년~현재 개방형컴퓨터통신연구회(OSIA) IPv6 WG 의장

관심분야 : 차세대인터넷 프로토콜 기술, IPv6



김 용 진

e-mail : yjkim@pec.etri.re.kr

1983년 연세대학교 전자공학과
공학사

1989년 한국과학기술원 전기 및
전자공학과 공학석사

1997년 한국과학기술원 전기 및
전자공학과 공학박사

1983년~현재 한국전자통신연구원 근무(팀장, 책임연구원)

2000년~현재 IPv6 포럼 코리아 의장

1997년~현재 ITU-T SG 13 Q.20 Rapporteur (Chair-
man)

2000년~현재 IPv6 Forum, OneWorld WG chairman

관심분야 : 고속통신망기술, IP over ATM, 무선 ATM
기술, 차세대인터넷



박 치 항

e-mail : chpark@etri.re.kr

1974년 서울대학교 응용물리학
(이학사)

1980년 한국과학원 전자계산학
(이학석사)

1987년 파리 6대학 전자계산학
(공학박사)

1974년~1978년 한국과학기술연구소(KIST) 연구원

1978년~1985년 한국전자기술연구소(KIET) 선임연구원

1994년~1995년 미국 오리곤주립대학 객원교수

1985년~현재 한국전자통신연구원(ETRI) 책임연구원

1998년~현재 한국전자통신연구원 정보화기술연구본부
본부장

관심분야 : 데이터 베이스, IPv6, 멀티미디어 통신, 지
식관리시스템