분야별

차세대인터넷주소 IPv6 실전적용

– 부 록 –

방송통신위원회
KOREA COMMUNICATIONS COMMISSION

한국인터넷진흥원

CONTENTS

방송통신위원회 KOREA COMMUNICATIONS COMMISSION

한국인터넷진흥원

CHAPTER 01 IPv6 적용 절차서

CHAPTER 02 IPv6 개요 및 국내외 동향

CHAPTER 03 망 사업자 대표서비스 및 대표 구성

그림 목차

표 목차

〈유의사항〉

본 책자의 사용에는 제한이 없으나 다음과 같은 사항에 유의해야 한다.

○ 본 책자는 2010년 6월 시점에서 국내 시장에 출시되는 국내외 제품 및 표준기술들을 대상으로 작성되었으므로 특정 기능의 지원/미지원 여부, 시험과정에서의 이슈 사항, 혹은 표준기술들의 변동 여부 등은 독자가 본 안내서를 읽는 시점에서 기술된 내용과 다를 수 있다.

○ 책자 내에 언급된 상표 제품명 등에 대한 권리는 각 상표 또는 제품을 소유한 해당기업에 있으며 설명을 위하여 특정 회사제품명 또는 화면이 표시된 경우 IPv6 적용기술에 대한 이해를 높이고자 하는 목적 외에 다른 목적은 없음을 밝힌다.

○ 본 책자의 내용을 기관이나 개인이 실제 적용시 에는 반드시 자체적인 시험을 통해 안정성을 검증한 뒤 시행해야 하며, 이를 지키지 않고 발생하는 문제에 대해서는 한국인터넷진흥원은 책임이 없음을 밝힌다.

※ 본 책자의 내용 중 오류가 발견되었거나 내용에 대한 의견이 있을 때에는 한국인터넷진흥원(v6webmaster@kisa.or.kr)으로 해당 내용을 보내주시기 바랍니다.

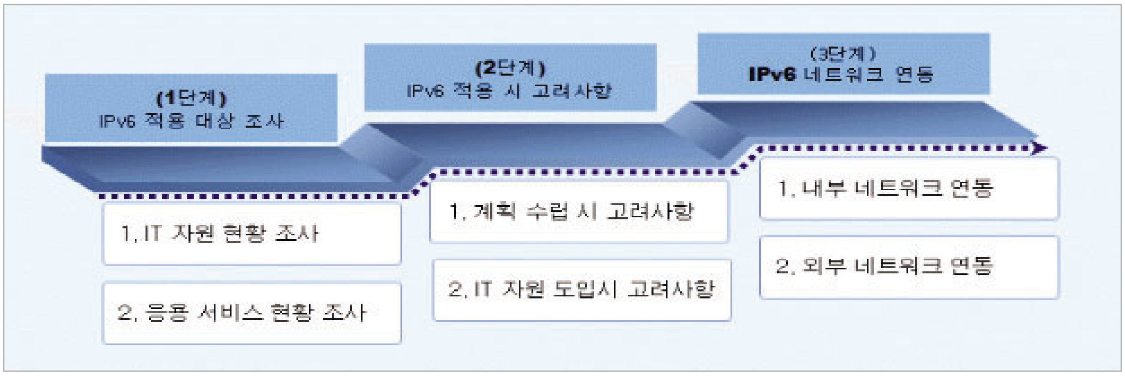
제1장

IPv6 적용 절차서

1. IPv6 도입 준비

본 안내서는 망사업자가 IPv6를 적용하기 위한 절차로 [그림 1-1]처럼 “IPv6 적용 대상 조사”, “IPv6 적용 시 고려사항”, “IPv6 네트워크 연동” 등 총 3단계로 구분한다

[그림 1-1] IPv6 도입 절차



제1단계 “IPv6 적용 대상 조사”는 IPv6를 적용하고자 하는 망사업자의 현재 내부 환경을 조사하는 단계로, 조사 대상을 IT 자원과 응용서비스로 구분하여 자원 분류에 따른 조사 방법을 제시하였다.

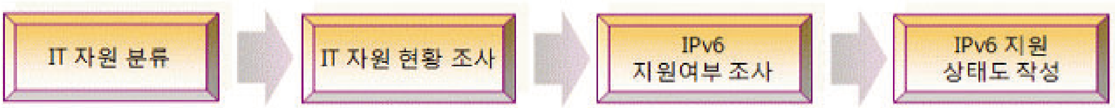
제2단계 “IPv6 적용 시 고려사항”은 IPv6의 적용 계획을 수립하는 단계로 계획의 수립 및 IT 자원을 도입할 때 고려하여야 할 사항을 기술하였다.

제3단계 "IPv6 네트워크 연동"은 IPv6를 구축한 이후에 내·외부의 IPv6 네트워크에 접근 하기 위해 연동을 수행하는 단계로, 해당기관의 내부, 하위기관과의 연동, ISP 및 IPv6 연동 망을 통한 외부 네트워크와의 연동 방법을 다루었다.

2. 자산 현황 조사

2.1 IT 자원 현황

[그림 1-2] IT 자원 현황 조사 절차



IT 자원 현황 조사는 [그림 1-2]와 같이 IT 자원 분류, IT 자원 현황 조사, IPv6 지원여부 조사 및 IPv6 지원 상태도 작성 등 총 4단계로 나눌 수 있다.

IT 자원은 IPv6를 적용하게 되는 직접적인 대상이 되므로 현재 공공기관에서 보유하고 있는 장비를 항목에 따라 분류하고, 각 IT 자원에 대해서 IPv6를 적용했을 때 조치가 필요한지, 만약 필요하다면 어느 부분에 어떤 조치가 필요한지를 명확하게 조사하고 분석하여야 한다. IT자원 현황을 조사한 결과는 IPv6를 적용하기 위해 기존 장비의 업그레이드, 신규 장비 도입, 장비 재배치, 폐기 판정 및 지원 상태도를 작성하는데 사용되며 IPv6를 적용하는 범위 설정을 위한 자료로 활용된다. IT 자원을 크게 네트워크, 보안, 서버 및 이용단말, 소프트웨어 등으로 분류하였다.

[표 1-1] 주요 IT 자원 항목별 분류

구분	종류
네트워크	• 라우터(Edge, Core 등) 및 스위치(L2, L3, L4, L7 등) • AP(Access Point) 장비, NAT 등
보안	• 방화벽, IPS, IDS, VPN 등
서버 및 이용단말	• 서버 (웹, DB, 미들웨어 등) • 클라이언트 (데스크톱 PC, 노트북 등) • 음성, 영상기기 (화상회의 기기등) • 기타 (PDA, 스마트폰, 프린터, 팩스 등) • 운영체제 (Windows, Unix, Linux 등)
소프트웨어	• 어플리케이션 (DNS, DHCP, FTP, Mail, 미들웨어 등) • 기타 데이터베이스 (Oracle, MS-SQL, MySQL 등)

IT 자원 현황 조사의 목적은 용도에 따라 IT 자원을 세분화하여 분류하고 장비의 제조사, 도입일 및 담당자 등 일반적인 사항을 조사하여 IPv6 적용 시 활용하기 위해서다. 조사할 때 제조사의 기술정보 등을 이용하여 장비의 사양, OS 및 기능 등의 상세한 부분까지 조사하여야 한다. 특정 장비에 대해 IPv6 관련 자료나 특이사항을 체계적으로 정리한 후 IPv6 적용 범위를 설정할 때 활용할 수 있도록 한다.

2.2 응용 서비스 현황

응용 서비스 현황 조사는 인터넷을 기반으로 하는 응용서비스에는 어떤 것이 있으며, 각 서비스별 이용자, 제공 경로 및 영역이 어떻게 구성되어 있는지를 파악하는 것을 말한다. 조사 항목은 [표 1-2]와 같다.

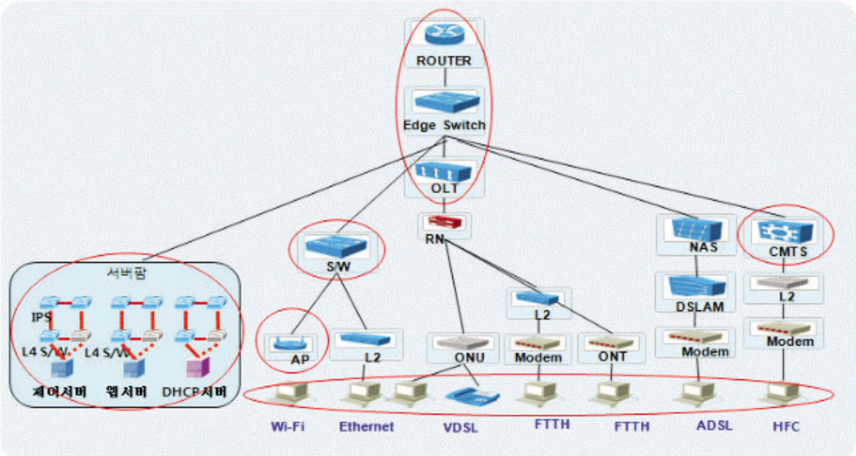
[표 1-2] 응용 서비스 조사 항목

항목	조사 내용 및 설명
서비스명	응용 서비스의 이름
서비스 설명	응용 서비스의 기능과 역할
서버 위치	응용 서비스의 기능과 역할
이용단말 위치	센터, 지점 등
IPv6 지원여부	지원, 미 지원, 무관, OS Upgrade 필요
IPv6 적용 시 조치 사항	미 지원 시 조치할 사항 파악

3. 적용범위 및 우선순위 결정

IPv6 적용을 추진하고 계획을 수립하기 위해서는 우선순위를 고려하여 IPv6적용 범위를 정하여 추진한다. 적용 범위를 결정하기 위해서는 IT 자원의 현황과 응용서비스 조사 결과를 토대로 작성한 IPv6 지원 상태도를 활용하도록 한다. 보유 장비의 사양, 예산, 네트워크의 구성 상태, 업무용 및 고객 서비스의 종류 등에 따라 IPv6 적용 우선순위와 적용 범위가 결정된다.

[그림 1-3] IPv6 적용 대상 분류 (망사업자 구성 예)



위의 [그림 1-3]은 IPv6 적용 범위를 나타내기 위하여 적용 대상을 분류 하였고 망사업자가 제공하는 서비스 측면에서만 고려하여 장비가 IP주소를 사용하는 장비와 그렇지 않은 장비(모뎀, L2 SW 등)로 구분하였다.

[표 1-3]은 FTTH 서비스의 IPv6 적용 대상 조사표이다. 일반 고객에게 FTTH 서비스를 제공하기 위한 장비들을 크게 백본, 가입자 망, 서비스 망으로 나누어 주요 장비들과 IPv6 지원여부, 지원방식, 지원조건(OS Version), 적용방법 및 관련비용을 조사하여 IPv6 통신이 장비 간 및 서비스가 사용 가능하도록 적용하는 것이다.

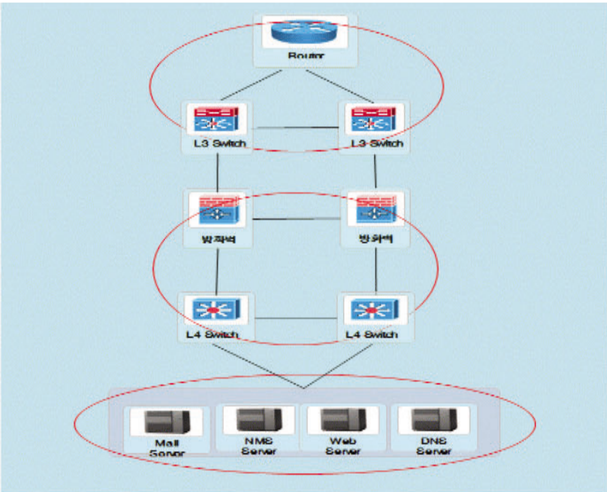
[표 1-3] IPv6 적용 대상 조사표 (망사업자 예)

구분	구성도	주요장비명	IPv6 지원여부	IPv6 지원방식	IPv6 지원조건	적용 방법	예상 비용
백본망		라우터	O	H/W	OS기본지원	E	
		스위치	O	H/W	OS X 이상	E	
가입자망		OLT	×	H/W	OS개발필요	R	
		RN Splitter	IP 관계없음				

가입자망		ONT	IP 관계없음				
		Windows XP	O	S/W	OS기본지원	E	
		Linux CentOS	O	S/W	OS기본지원	E	
서비스		L4 Switch	O	S/W	OS기본지원	E	
		서버	O	S/W	OS기본지원	u	

※ U: Upgrade, E: Enable, R: Replacement

[그림 1-4] IPv6 적용 대상 분류 (서비스제공자 구성 예)



위의 [그림 1-4]는 서비스 제공자 망의 IPv6 적용 범위를 나타낸 구성으로 전체 장비들이 IP주소를 사용하는 장비들이므로 고려 대상이 된다.

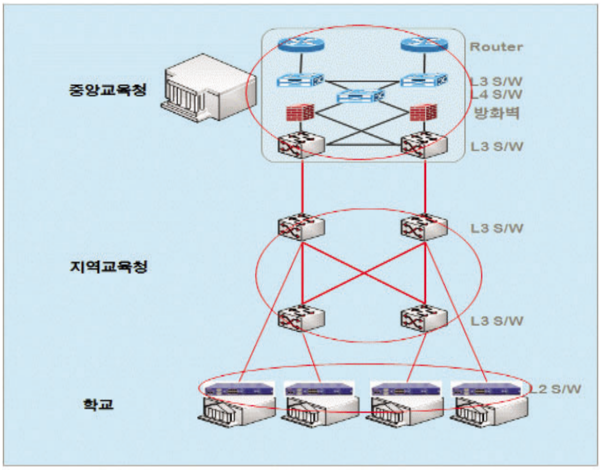
[표 1-4]는 서비스제공자 망의 IPv6 적용 대상 조사표이다. 크게 백본망, 서비스망으로 나누어 장비들의 IPv6 지원여부, 지원방식, 지원조건(OS Version), 적용방법 및 관련비용을 조사하여 IPv6 통신이 장비 간 및 서비스가 사용 가능하도록 적용하는 것이다.

[표 1-4] IPv6 적용 대상 조사표 (서비스제공자 예)

구분	구성도	주요장비명	IPv6 지원여부	IPv6 지원방식	IPv6 지원조건	적용 방법	예상 비용
백본망		라우터	O	H/W	OS기본지원	E	
		스위치	O	H/W	OS X 이상	E	
서비스망		방화벽	O	H/W	OS기본지원	E	
		IPS/IDS	O	H/W	OS기본지원	E	
		L4	O	H/W	OS기본지원	E	
서비스망		서버	O	H/W	OS기본지원	U	
		WEB/DNS	O	S/W	OS X 이상	U	
		MAIL	O	S/W	OS X 이상	U	
		DB	O	S/W	OS X 이상	U	
		미들웨어	O	S/W	OS X 이상	U	
		NMS	O	S/W	OS X 이상	U	

※ U: Upgrade, E: Enable, R: Replacement

[그림 1-5] IPv6 적용 대상 분류 (비즈니스이용자 구성 예)



위의 [그림 1-5]는 비즈니스이용자 망(교육망)의 IPv6 적용 범위를 나타낸 구성으로 전체 장비들이 IP주소를 사용하는 장비들이므로 고려 대상이 된다.

[표 1-5]는 비즈니스이용자 망의 IPv6 적용 대상 조사표이다. 크게 백본망, 가입자망으로 나누어 장비들의 IPv6 지원여부, 지원방식, 지원조건(OS Version), 적용방법 및 관련비용을 조사하여 IPv6 통신이 장비 간 및 서비스가 사용 가능하도록 적용하는 것이다.

[표 1-5] IPv6 적용 대상 조사표 (비즈니스이용자 예)

구분	구성도	주요장비명	IPv6 지원여부	IPv6 지원방식	IPv6 지원조건	적용 방법	예상 비용
백본망		라우터	O	H/W	OS기본지원	E	
		스위치	O	H/W	OS X 이상	E	
가입자망		방화벽	O	H/W	OS기본지원	E	
		IPS/IDS	O	H/W	OS기본지원	E	

가입자망		L4	O	H/W	OS기본지원	E	
		서버	O	H/W	OS기본지원	U	
		L2 S/W	×	H/W	OS X 이상	U	
		Windows XP	O	S/W	OS기본지원	E	

※ U: Upgrade, E: Enable, R: Replacement

4. 주소 확보

4.1 IP 주소 신청 방법

IP 주소를 할당하는 방법은 AS번호를 가지고 독자적인 네트워크를 구축하여 인터넷진흥원으로부터 직접 할당받는 방법, 인터넷 서비스를 제공하는 ISP에게 받는 방법이 있다. 공공기관 및 기업에서 IPv6 주소를 할당받는 일반적인 방법으로는 ISP로부터 주소를 할당받는 것이 있으며, IPv6를 적용하고자 계획을 수립 할 때 IPv6 주소확보 가능여부를 ISP에 문의하여야 한다.

단계	시기	정책	대응방안
1	현재~IANA중지시점	정상적인 IPv4 할당	주요 Legacy 서비스를 위한 비상용 IPv4주소 확보
2	~ APNIC Final /8 할당 종료시점	IP주소 신청 시 1개 기관에 1번씩만 /22(1,024개)할당	중요도 중/하의 신규서비스부터 IPv6도입
3	APNIC Final /8 할당 종료시점 이후~	국가적 우선순위에 따라 연동용 주소만 할당	중요도 중/상의 신규서비스에 IPv6 도입 및 확산

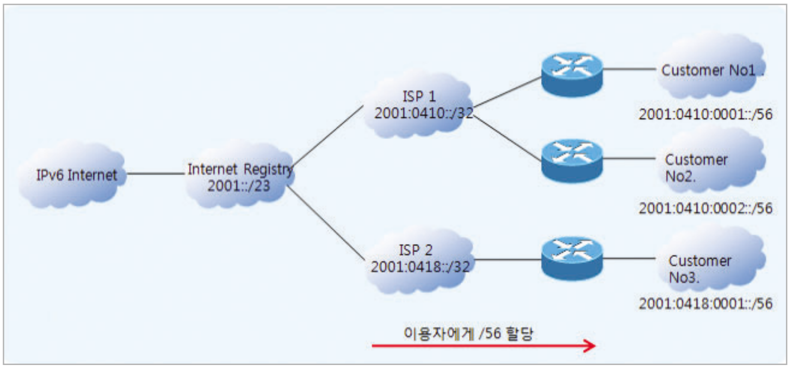
4.2 IPv6 주소 확보

ISP는 IPv6 주소를 인터넷진흥원으로부터 할당받아 사용하지만 공공기관은 다 IPv6 네트워크에 접속하기 위한 주소를 ISP를 통하여 IPv6 주소를 할당받는 것이 원칙이나, 상위기관으로부터 할당받을 수 있다.

4.3 주소 할당 정책

네트워크 주소 부분 할당은 인터넷주소의 자원관리 체계에 따라 정책적으로 할당한다. 정책적 관점에서 실제 할당되는 주소의 공간을 살펴보면 IANA는 WSCP 주소의 공간에서 2001::/23 이상을 레지스트리에 할당하고 각 레지스트리는 IPv6 ISP에게/32 이상을 할당하며, ISP는 /56을 각 고객에게 할당하게 된다. [그림 1-6]은 단계적으로 /23 → /32→ /56 순으로 프리픽스가 할당되는 것을 나타낸다.

[그림 1-6] 정책적 관점의 주소 할당 개념도



4.3.1 인터페이스 주소 부분 할당

인터페이스 주소 부분을 생성하는 방법은 관리자가 수동으로 할당하는 방법과 네트워크에 연결과 동시에 IP 주소가 설정(Auto-configuration)되는 자동 할당으로 구분할 수 있다. 또한 자동 할당은 RA방식과 DHCP 방식이 있다.

수동 할당은 네트워크상의 호스트 및 서비스에 필요한 서버의 IP 주소를 관리자가 직접 할당하는 방식으로, 보안적인 면에서 본다면 신뢰성이 확보된 호스트만 네트워크에 접근할 수 있어 안정성을 확보할 수 있다. IPv6를 적용할 때 호스트의 수가 많지 않은 초기 시험 망을 구성할 경우에 사용될 수 있다. 하지만 수동 할당의 경우, 호스트의 수가 늘어나 네트워크가 커지게 되면 관리가 어려워진다는 점도 있다.

자동 할당 방식 중의 하나인 RA 방식은 장비의 고유 주소인 MAC 주소를 이용하는 것으로, 라우터가 정기적으로 배포하거나 장비가 라우터에 배포를 요청하는 경우에 주소를 할당하는 방식으로 네트워크에 배포된 RA를 통하여 주소의 프리픽스를 취득하고, 인터페이스 ID는 장비에서 생

성한다. IPv6에서는 RA 방식으로 이용하는 것이 일반적이다. DHCP 방식은 IP 주소 전체를 네트워크에서 취득하는 식으로 DHCP 서버에 주소 할당을 요청하여 IP 주소를 할당받는 방식으로 라우터 없이 서버만 사용하는 환경에서 활용이 가능하다. 클라이언트를 위한 설정 파라미터를 얻는 과정은 IPv4와 유사하다.

아래 [표 1-6]은 자동 할당에 해당하는 두 방식의 특징을 비교하여 보여 준다.

[표 1-6] 자동 할당 방식 비교

항목	RA 방식	DHCP 방식
배포 가능한 주소	IPv6 주소	IPv4 주소 및 IPv6 주소
배포 가기	라우터	DHCP 서버
배포 Timing	라우터가 정기적으로 배포 또는 방비에서 배포 요구	PC에서 배포(할당) 요구
배포 정보	IP 주소(프리픽스)	IP 주소 (전체)
	RA 배포 라우터	서버
	-	도메인 네임

4.3.2 IPv6 주소 할당 계획

네트워크 주소를 할당할 경우, 우선적으로 고려하여야 할 사항은 네트워크 전송 효율성을 보장하기 위해 네트워크의 구조를 바탕으로 계층적으로 주소를 할당하여야 한다는 점이다. 이외에도 주소의 단편화 방지, 미래에 있을 네트워크 수요 증가에 대비한 여유 대역 보장, 네트워크를 관리하는 효율성, 주소 할당에 대한 확장성 및 유연성 등을 고려하여야 한다.

공공기관 또는 기업에서는 주소 할당 계획을 수립할 때는 네트워크 구조를 파악하여 실제로 IPv6 주소가 필요한 장비 및 단말에 정확하게 대응될 수 있도록 하여야 한다.

5. 설계

5.1 네트워크 설계

네트워크를 설계할 때 고려해야 할 사항은 인터넷 인프라를 제공하는 ISP, 기업, 공공기관 등 비즈니스 이용자, 포털 등 서비스를 제공하는 서비스 제공자로 나눌 수 있으며 적용 범위에 따라 내부 및 외부 네트워크로 나눠지고, 이를 [표 1-7]에 나타냈다.

[표 1-7] 네트워크 설계시 고려사항

구분	고려사항	설명
ISP	IPv6 지원 장비	기존 또는 신규 장비 IPv6 지원 여부
	기존 장비 IPv6 지원여부	기존 장비 OS Upgrade로 IPv6 지원 확인
	IPv6 지원 조건	IPv6 장비 S/W, H/W 지원 여부
	비용	IPv6 지원 장비 신규/기존 장비 구매 비용
	외부 데이터 센터	IDC 등 외부 데이터 센터의 존재 여부
	링크 구성	IPv4와 IPv6의 링크 구성(동일링크/별도링크)
서비스, 비즈니스 (공공, 기업)	적용대상의 외부 접속	산하기관이나 연계기관과의 연결 여부
	지리적 위치	연계기관의 물리적 위치
	서비스 제공 사업자	이용하고 있는 ISP 사업자에 대한 사항
	멀티호밍 구성여부	이중화 및 내부 이용자를 위한 멀티 호밍 필요성
	라우팅 프로토콜	내. 외부 라우팅 프로토콜
	외부 데이터 센터	공공, 기업이 이용하는 외부 데이터 센터의 존재 여부
	링크 구성	IPv4와 IPv6의 링크 구성(동일링크/별도링크)

내부 이용자의 네트워크만 적용대상이 될 경우, 관문라우터에서 내부 IPv6 네트워크와 외부 IPv4/IPv6 네트워크와의 연동을 위한 전환기술만 적용하고 나머지 외부접속에 관련된 사항은 무관하다.

기업 및 공공기관일 경우 외부 접속은 전용회선 등 산하기관 및 연계기관과 연결하기 위한 것이므로 광역망을 갖춘 기관에 적용할 때 고려해야 하는 사항이며, 필요한 IPv6 주소블록의 수량과도 관계가 있다.

외부접속의 개수는 라우팅 등 IPv6와 관련된 설정과 확보하여야 할 IP블록의 수와 직접적인 관련이 있다. 외부접속의 수가 산하기관의 숫자라면 해당 숫자만큼 IP블록을 확보하여야 한다. 또한 산하기관이 또 다른 산하기관을 가진다면 계층 구조의 IP블록을 설계 · 확보한다.

멀티호밍은 백본 네트워크 안정성을 위해 2개의 ISP 사업자 회선을 사용하여 부하분산 또는 백업을 위한 것이다. 기관에서 IPv6를 적용하는 범위의 한계로 IPv4와 IPv6가 혼재할 경우, 각 구간별로 IPv4와 IPv6의 경유 링크를 동일하게 할 것인지, 다른 링크를 이용하게 할 것인지는 구성자원의 IPv4/IPv6 변환기술에 대한 지원여부에 따라 정해지기도 하고 경유 링크의 설계에 따라 구성 자원에 대한 교체여부가 결정되기도 한다.

5.2 서비스 설계

네트워크 설계와 마찬가지로 현재 망사업자에서 사용 중인 서비스 현황 조사 결과를 이용하여 정의한 우선순위에 따라 IPv6 적용을 추진한다. 서버와 이용단말의 OS, 웹서버 · 메일서버 · DBMS 등 상용 어플리케이션의 경우는 버전에 따라 IPv6 지원여부가 비교적 명확하여 적용 결과가 예측이 되지만, 패키지 어플리케이션이나 자체적으로 발주하여 개발된 어플리케이션의 경우는 지원 여부가 명확하지 않는 경우가 많다. 이런 경우 IPv6를 적용했을 때 생기는 위험이 발생하지 않기 위해 사전에 테스트베드를 구성하고 이를 적용하는 시험을 하는 것이 좋다. 서비스의 설계를 위해 고려하여 할 사항의 예시를 [표 1-8]에 나타내었다.

[표 1-8] 망사업자 서비스 설계 시 고려사항

고려항목	고려사항
서비스 우선순위	IPv6 적용을 위한 서비스의 우선순위
업그레이드	IPv6 적용을 위한 업그레이드 가능 여부
IPv4/IPv6 지원	서비스의 IPv4/IPv6 지원 필수성 여부
IPv4/IPv6 의존도	특정 IP버전으로 서비스를 제공하여야 하는지 여부
서비스 제공 범위	공공기관, 기업 내/외부에 제공되는지 여부
기존 서비스에 대한 영향	IPv6 적용으로 기존 IPv4 서비스에 주는 영향

전체 영역에 IPv6를 적용하기 위한 설계를 하다 보면 IPv6를 전혀 적용할 수 없는 영역이 생기기도 한다. 이 경우 내부에 IPv4 영역을 따로 둘 수 있는데, 이때 접속라우터에서 방화벽까지는 IPv4와 IPv6가 같은 링크를 사용하게 한다. 만약 네트워크 및 서비스 구성상의 문제로 IPv4와 IPv6를 각각 별도의 링크를 사용해야 한다면, IPv4 Only 네트워크를 따로 구축할 수 있도록 설계하여야 한다.

IPv6를 적용하기 위해 제공되는 장비 및 서버의 OS 및 어플리케이션의 업그레이드가 가능한지의 여부를 고려하여야 한다. 특히 보안이나 인증과 연관되는 서비스는 보안 정책에 맞추어 검증이 우선적으로 이루어 져야 한다.

6. 비상계획 수립

원상복구 계획은 IPv6를 구축하는 도중에 예상하지 못한 문제가 발생했을 때 문제점이 발생하기 이전의 상태로 되돌려 네트워크, 보안 및 서비스를 정상적으로 제공하기 위한 방안이다. 예측하지 못한 문제가 발생하게 되면 장비의 이상 동작, 타 장비와의 연동 그리고, 보안정책에서 결정된 보안 수준의 확보, 나아가 네트워크에서의 서비스 곤란 등의 상황이 일어날 수 있으므로 이에 대한 대비책이 사전에 충분히 고려되어야 하며, 네트워크 · 보안 장비 및 서비스 등의 모든 구성요소를 대상으로 하는 원상 복구 계획을 수립하여야 한다.

원상복구를 위해서는 관련 항목의 백업이 필수적이며 중요 항목으로는 장비운영 OS의 버전, 펌웨어 버전, 장비의 설정 상태, 서비스의 버전, 관련 데이터 등이 있다. 원상복구를 위해서는 IPv6를 적용하기 이전 상태의 OS 버전이나 데이터 등에 대한 백업이 필요하므로 운영지침서의 백업관리와 연계하여 계획을 수립하여야 한다.

원상복구의 방법으로는 백업 자료를 통한 복구, 서버 및 이용단말의 IPv6 기능 비활성, 설정 명령어의 삭제 및 추가 모듈의 제거 등이 있으며, 시험 네트워크를 구성할 때 기존 장비로 교체할 수 있도록 구성을 하는 것도 한 방법이다.

IPv6를 초기 적용하는 단계에서는 테스트 베드를 구축하여 사전 검증을 마친 후, 네트워크에 적용할 수 있는 방안을 고려하고, 실제 테스트는 업무 및 서비스를 제공하지 않는 야간에 실시하도록 계획을 수립한다. 테스트에 관한 사항이나 IPv6를 적용한다는 공지를 사전에 행할 수 있도록 계획을 수립하여야 한다.

원상복구 계획을 수립하여 IPv6를 적용할 경우 발생할 수 있는 잠재적인 문제를 사전에 파악하여 IPv6를 적용했을 때 일어나는 부작용을 최소화하기 위한 위험요소에 대한 분석 결과를 반영하도록 한다. 기본적으로 분석하여야 할 위험요소로는 IPv6와 관련된 표준 성숙도, 업체의 제품 출시 일정, 상호 운용성 등이 있다.

상호 운용성에 대한 위험요소는 IPv6 Ready Logo를 획득한 제품 구매를 우선 고려하거나 테스트 베드를 구성하여 해당 기관이 도입한 IPv6 하드웨어 및 소프트웨어를 사전에 점검하여 감소시킬 수 있다.

7. 적용

IPv6를 적용하여 신규로 서비스를 제공하기 위해 IPv6를 홍보하고 서비스의 활성화 및 기술을 보급하기 위하여 IPv6 기반 장비를 접속하는 방법 및 IPv6가 가지고 있는 기술적 특성 등에 대한 정보를 제공한다.

제2장

IPv6 개요 및 국내외 동향

1. IPv6 주소 소개

1.1 IPv6 특징

IPv6는 Internet Protocol version 6의 약자로 '차세대 인터넷 주소체계' 를 목표로, IETF에서 90년 중반부터 표준화가 진행되고 있다. 이미 기본적인 스펙에 대한 표준은 90년대 말 대부분 완료되었으며, 현재는 전환기술, 이동성, 다자간 통신 지원 기술 등 일부 관련 기술에 대한 표준화가 진행 중이다.

[표 2-1] IPv5는 어디에?

〈 IPv5는 어디에? 〉

IPv5는 비디오/오디오 스트리밍 데이터를 원활히 전송하기 위해 Streaming Protocol(ST) 이라는 이름으로 1970년대 말 개발되었다. Streaming protocol은 IP패킷에 version 번호를 표시할 때 "5"번을 사용함에 따라 IPv5로도 불렸고 1990년대 초 IBM, SUN, Apple 등의 기업에서 개선을 추진하여 'ST-II' 를 개발하였으나 ST-II는 기존 IPv4의 패킷구조를 그대로 사용하여 IP주소 부족문제를 해결할 수 없었고, ST-II 이외에도 다양한 비디오/오디오 스트리밍 관련 기술이 개발되면서 시장에서 자연스럽게 사장되었다.

	IPv1~IPv3	IPv4	IPv5	IPv6
개발연도	1970년 중반	1981년	1970년 말(초기), 1990년 초반(개선)	1998년
내용	IPv4 개발과정의 중간산출물	현재 사용 중인 인터넷 주소	IP주소 부족문제를 해결할 수 없어 시장에서 사장됨	IPv4주소의 부족이 예상돼 대량의 주소를 사용가능한 IPv6주소 개발
개발주체	DARPA (미 국방성 고등연구기획국)		IBM, SUN, Apple 등	IETF

IPv6의 특징으로 IP 주소의 크기가 32비트에서 128비트로 증가됨으로써 주소 공간이 확장되었을 뿐만 아니라 주소 범주의 정의, 생존시간 설정, 주소 자동 설정 및 애니캐스트 지원 등 그 활용 범위도 대폭 증대되었다.

또한 헤더의 크기가 커졌음에도 불구하고 간략화 및 고정화된 기본헤더형식을 사용하여 처리 속도 역시 개선되었다. 그 외에도 IPv6는 인증, 데이터 무결성, 데이터 기밀 유지를 지원하기 위한 확장 헤더를 정의하고 있어 보안을 위한 서비스 제공이 용이하다.

[표 2-2] IPv4와 IPv6 특성 비교

구분	IPv4	IPv6
주소길이	32비트	128비트
주소개수	약43억 개	약 43억×43억×43억×43억개
보안기능	IPSec 프로토콜 별도 설치	확장기능에서 기본으로 제공
자동네트워킹	지원 안 됨(Manual configuration)	지원 (Auto-configuration 가능)
헤더옵션 처리	헤더에 옵션이 포함된 상태	옵션은 확장헤더에 포함시킴
이동성 지원	지원 안 됨	지원가능(효율적)

[표 2]는 IPv4와 IPv6 특성을 비교한 것이다. IPv4의 경우 대략 43억 개의 주소 할당 능력을 갖는 반면 IPv6는 43억*43억*43억*43억 개의 주소를 할당할 수 있기 때문에 현재 부족한 IP주소 할당 문제를 해결 할 수 있다. 보안기능으로 IPv4의 경우 IPSec 프로토콜을 별도로 설치하여야하나 IPv6인 경우 추가 프로토콜을 설치할 필요 없이 내재된 보안기능을 사용 할 수 있다. 또한 IPv6에서는 기본헤더 크기의 감소로 인해, 보다 빠른 패킷의 처리가 가능해진다.

1.2 IPv6 장점

1.2.1 주소 공간의 확대

우선 IPv6는 128bit 체계를 채택하기 때문에 이론적으로 주소개수는 2128개로 이 수치는 매초마다 10억대의 컴퓨터가 새로이 인터넷에 연결되어도 거의 무한대에 가깝도록 사용할 수 있는 용량으로서 IPv4에서 문제가 되었던 주소 부족 문제를 근본적으로 해결하였다. 또한 주소 구조 계층의 레벨(Level) 수가 증가하였기 때문에 새로운 주소를 정의할 수도 있고, 멀티캐스트 주소뿐 아니라 애니캐스트 주소도 가능하게 되었다.

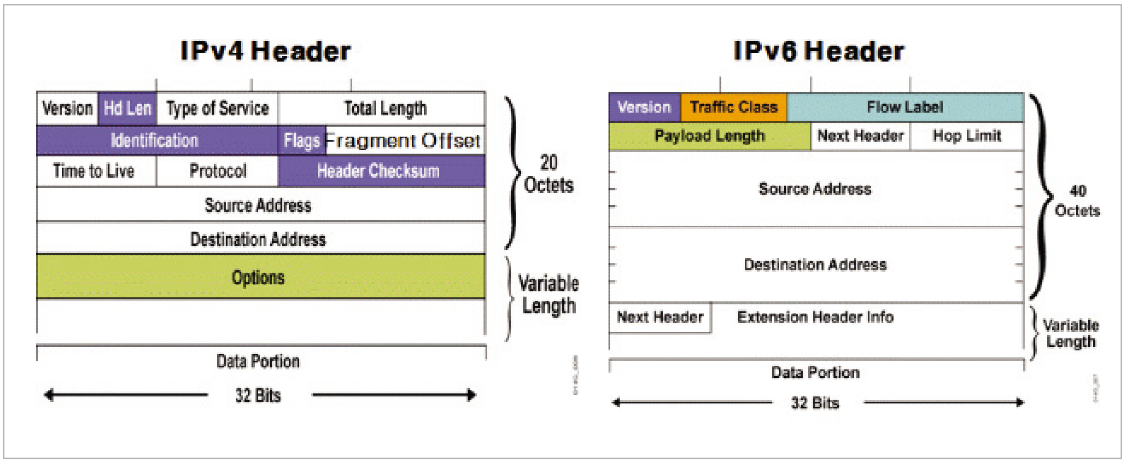
1.2.2 IP 자체의 보안성 확대

IPv4는 패킷 교환망에서 단순히 데이터의 교환만을 고려하여 만들어졌기 때문에, 보안관련 사항은 설계에 반영되지 않았다. 이 때문에 IPv4는 보안기능을 구현하기 위해서 IPSec이라는 프로토콜을 별도로 사용해야 하지만, IPv6는 이러한 문제를 근본적으로 해결하기 위해 IPSec을 프로토콜 내에 탑재할 수 있도록 보안기능을 고려하여 설계되었다.

1.2.3 헤더 형식의 단순화

IPv4에서의 복잡한 헤더 형식을 IPv6에서는 단순화하였다. IPv6에서는 중요하지 않은 필드와 옵션 필드를 기본헤더 다음에 있는 확장헤더로 옮김으로써 오버헤드를 최소화, 단순화하였다. 또한 주소 필드로 인한 전체 기본 헤더의 길이는 IPv4보다 2배 확장된 40바이트이지만, 전체 필드 수를 8개로 단순화시킴으로써 오히려 처리 속도를 개선하는 효과를 얻을 수 있다.

[그림 2-1] IPv4와 IPv6 헤더 비교



2. 국내외 IPv6 동향

2.1 국내 IPv6 동향

2.1.1 그간의 추진경과

우리나라는 2000년 초부터 정부가 IPv6에 관심을 가지고 구 정보통신부가 주축으로 IPv6 보급 촉진 기본계획을 2004년과 2007년 두 차례에 걸쳐 발표하였고, 이에 따라 IPv6 전략협의회를 구성해 민관 협력을 추진하고 IPv6 서비스 활성화를 위해 홈네트워크, 의료정보, 재난감시, 인터넷 전화 등 다양한 관련 시범사업을 추진하였다.

2008년 방송통신위원회 출범 이후에는 IPv4신규 할당 중지에 대비한 IPv6 도입 계획을 수립하고 이에 따라 지자체 및 연구기관에 IPv6 구축을 지원하고 ISP 등을 대상으로 백본망 준비율 제고를 추진하는 등 시장의 다양한 이해관계자들이 중요성을 인식하고 자발적으로 준비할 수 있도록 지원해오고 있다.

2.1.2 ISP 사업자 현황

국내 인터넷 백본망을 보유하고 있는 주요 ISP 사업자의 경우 백본망 장비의 약 71%[1]가 IPv4/IPv6를 지원하는 장비를 사용 중이며 최근 수년간 노후장비 교체 시 IPv4/IPv6 겸용장비를 지속적으로 도입하고 있어 겸용장비 비율은 지속적으로 증가하고 있다. IPv4 신규 할당 중지 이후에는 IPv6 주소만 가지고 망에 연동하려는 주체들의 등장이 예상되기 때문에 IPv6에 대한 준비는 필요하다.

2.1.3 국내 IPv6 연동망 현황

아직까지 국내에는 IPv6 상용망을 제공하는 사업자는 없어 KISA에서 'IPv6연동망(6NGIX, 6KANet)'을 구축 및 운영하고 있다. IPv6연동망은 KT, BT, KREONET, KOREN, 지자체 등 국내외 사업자, 연구망 및 공공기관 등 총 35개 기관이 연동되어 있고 점차 증가하고 있다. 연동 관련 문의는 v6webmaster@kisa.or.kr 혹은 IPv6홈페이지(http://vsix.kr)에서 가능하다.

2.1.4 공공기관 현황

제목	발간부처	비고
정보시스템의 구축 · 운영 기술 지침(개정 행안부 고시 제2009-62호)	행정안전부	
2010년도 예산 및 기금운용계획 집행지침	기획재정부	매년 발간

1) '09년 서울대 조사결과

정부부처, 지자체 등 공공부문의 네트워크 장비중 약 45%[2]가 IPv4/IPv6 겸용장비이며 관련 정부 지침/고시 등이 마련되어 있어 준비율은 지속적으로 증가할 것으로 전망된다.

2.1.5 IP 주소 현황

우리나라는 아태지역 주소관리기관인 APNIC으로부터 2010년 7월 현재 약 8,700만개의 IPv4 주소를 할당받았으며, 신청건수는 2011년 신규할당 중지를 앞두고 전 세계적으로 증가하고 있다. 이에 APNIC의 주소할당 기준도 강화되고 있다.

최근에는 IPv4 주소풀이 점차 바닥을 들어냄에 따라 공인대역임에도 테스트용도로 인식되던 1번 대역(1 /8)이나 반납된 주소대역이 할당될 확률이 높아지고 있어 라우팅시 예상치 못한 필터링 문제 등 주소 품질에 대한 이슈가 글로벌 이슈로 부상하고 있다. 즉 과거만큼 품질좋은 주소를 원하는 시기에 원하는 수량을 확보하기 어려워지고 있다.

반면, IPv6 주소는 2004년부터 꾸준히 확보를 추진하여 '10.7월 현재 확보된 IPv6 주소는 약 5,201x43억×43억×43억개로 세계 8위 수준을 기록하고 있다. IPv6 주소는 ISP의 경우 /32 단위로 대규모 할당을 하고 있다. 아직까지 실제 활용률은 낮은 상황이나 신규할당 중지 시점 전후로 점차 증가할 것으로 예상한다.

2.2 국외 IPv6 동향

2.2.1 IETF(Internet Engineering Task Force)

IETF는 IPv6 프로토콜을 개발한 민간주도의 국제 인터넷표준화기구로 다음과 같은 IPv6 관련 워킹그룹(WG)이 운영되고 있다. 최근 WG의 관심사는 기존 IPv4 이용자에게 IPv6를 동시에 보급하는 기술과 '고객댁내 장비(CPE: Customer Premises Equipment)' 이슈에 대한 분석이다.

❖ v6ops(IPv6 Operation) WG
네트워크 운영자와 이용자 간의 IPv6 운영상의 이슈를 정리하고 해결하기 위한 워킹그룹

2) '09년 서울대 조사결과

❖ 6man(IPv6 Maintenance) WG
IPv6 전개 시 발생하는 다양한 문제점들을 해결하기 위해 IPv6 프로토콜 명세에 대한 개선 및 유지보수를 추진하는 워킹그룹

❖ Softwire WG
IPv6 터널 기술 전반을 다루며, 최근에는 대규모 이용자에게 IPv6 전개가 가능한 6RD(IPv6 Rapid Deployment)를 표준화함

❖ BEHAVE(Behavior Engineering for Hindrance Avoidance) WG
실제 IPv6 도입 시 있을지 모를 IPv4-IPv6 연결 시나리오 간 문제점에 대해 검토하는 워킹그룹 (NAT66, NAT64 등 변환기술 논의)

2.2.2 OECD

인터넷서비스제공자(ISP) 및 기업은 재정상의 문제 등으로 IPv6 도입에 적극 나서지 않고 있으며 이에 대해 OECD는 IPv6도입은 경제 및 사회적인 기회로 보아야 한다면서, IPv6의 시장 활성화를 위해 각 정부가 적극적으로 도입을 추진하여야 한다고 주장한다.

2008년 OECD 장관회의에서 채택된 '서울선언문'에서는 인터넷 경제의 지속적 성장과 발전을 위해 IPv6의 도입과 확산을 권장하고, 특히 IPv4주소를 많이 쓰고 있는 정부 및 공공기관이 앞장서서 IPv4주소 부족에 적극 대응할 것을 권고했다.

2.2.3 유럽

EC에서는 2010년까지 공공기관, 기업, 가정의 약 25%를 IPv6로 전환하겠다는 계획을 발표한 바 있다.

2.2.4 일본

2001년부터 JGNv6을 추진하여 native-IPv6을 지원하여 2007년에는 연구교육망 Super-SINET망을 SINET3 망으로 업그레이드하여 native-IPv6을 지원했으며 총무성(MIC)에서는 모든 ISP들이 자체 IPv6 적용 계획을 수립하도록 권고하고 있다.

IPv6 확산을 위해 Home security, 지진경보 서비스, 빌딩 에너지 관리 등에 IPv6를 사용하는 시범사업을 해왔고 NTT는 IPv6를 IPTV에 적용하는 등 폐쇄 네트워크로 운영 중이다.

[표 2-3] 일본 IPv6 추진 내용

사례	주요내용
원격강의	• 인기가 높은 명강사의 강의는 수요가 높아서 위성을 통한 원격강의를 하면, 비용이 매우 높아서 IPv6 네트워크를 사용하여 원격강의를 하니 비용을 절감한 사례
IPTV, 지진 경보	• 대량의 정보를 신속하게 전달하기 위해 IPv6의 특징인 멀티캐스트를 활용 • 일본 내에서 수십만의 가입자를 확보한 IPTV인 Hikari TV는 TV broadcasting, 10,000개 이상의 VOD 타이틀, 13,000개 이상의 콘텐츠를 IPv6를 통해 서비스 하고 있음
'Live E!' 프로젝트	• 동경 시청, UN 지사 등 다양한 건물에 IPv6 및 센서 기술을 적용하여 연간 약 10%~30%의 에너지 절약 • 2008년 베이징 올림픽의 조명 관리 시스템에 IPv6 및 센서 기술을 적용하여 약 10%의 에너지 절약

2.2.5 중국

2000년부터는 연구 교육망인 CERNET을 통해 IPv6 테스트베드를 구축하여 IPv6 관련 연구를 시작하였고, 2003년에 중국 정부는 '973 프로젝트' 내용에서 '미래 인터넷 아키텍처 연구' 의 프로젝트로 CERNET을 CERNET2로 명명하여 추진하였으며, 2008년 5월 30일에 2008 베이징올림픽의 공식 웹 사이트(www.beijing2008.cn)에 차세대 인터넷주소인 IPv6를 적용하였다.

중국 정부는 IPv4 주소와 IPv6 주소를 연결하기 위해 IVI 기술을 사용하고 있는데 IVI 기술은 IPv4 망인 CERNET과 IPv6 망인 CERNET2의 연결을 위해 개발되었으며, IPv4주소의 서브셋을 특정 IPv6주소 프리픽스(Prefix)에 삽입하여 처리하는 방법을 사용한다.

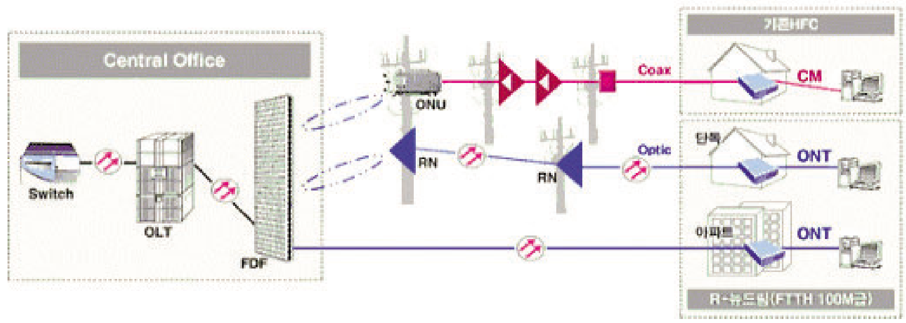
제3장

망 사업자 대표서비스 및 대표 구성

1. FTTH 서비스

FTTH(Fiber To The Home)는 '가정 내 광케이블' 혹은 '댁내 광케이블' 로 불리는 광케이블 가입자망 방식으로 다른 광통신 방식의 초고속 인터넷이 외부의 어느 지점까지만 광섬유로 연결하고 집안의 경우는 랜 선이나 동축케이블 등 다른 방식으로 연결되는 것과 다르게 광케이블을 가정까지 연결함으로써 기존 ADSL에 비해 100배 이상 빠르고 안정된 품질의 서비스를 제공할 수 있다.

[그림 3-1] FTTH 서비스

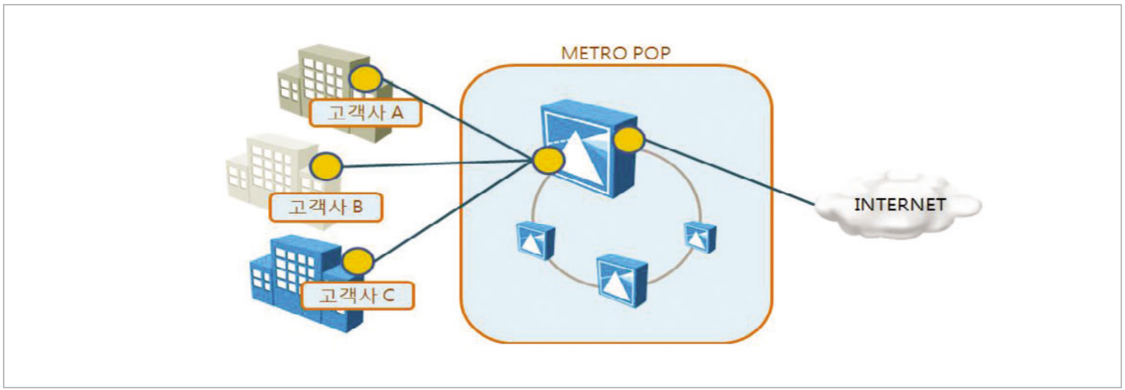


2. Metro Ethernet 서비스

도시권 이더넷 망은 가장 광범위하게 설치된 구내 정보 통신망(LAN) 기술로, 이더넷 방식으로 인터넷에 접속되고 별도의 인터넷 접속 장비 없이도 기업의 네트워크와 연결이 가능하며, 공공 기

관, 일반 기업, 벤처 기업, 사이버 아파트 등에 적합한 서비스를 제공한다.

[그림 3-2] Metro Ethernet 서비스

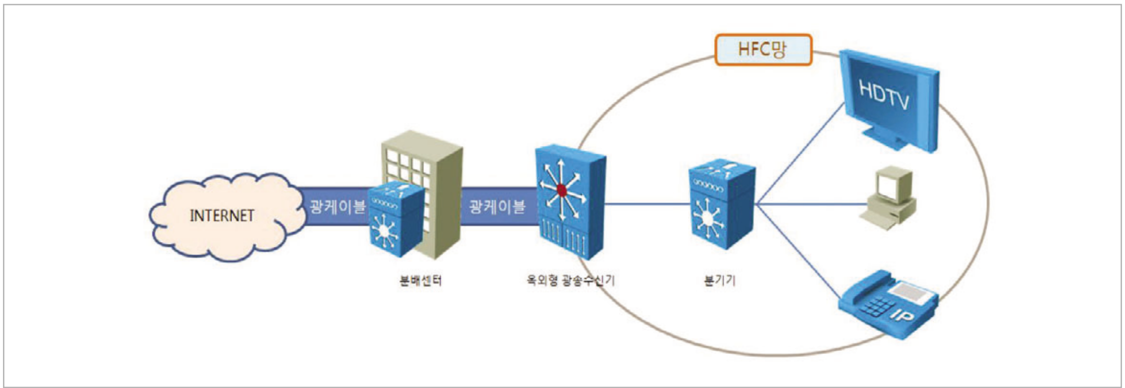


3. HFC 서비스

기존에 시설한 케이블TV 신호 전송용 선로를 이용하는 기술로서 가입자 끝단에는 케이블모뎀을 시설하여 고속으로 데이터를 처리할 수 있는 접속서비스를 제공하는 기술이다.

광케이블과 동축케이블을 이용한 혼합 망으로 광케이블 다음으로 높은 대역폭으로 셀을 구성할 수 있으며, 채널할당 또한 유연성이 탁월하다. 증폭기를 이용하여 원거리 전송이 가능하며, ADSL과 달리 거리에 따른 전송속도 및 품질에 미치는 영향이 거의 없다.

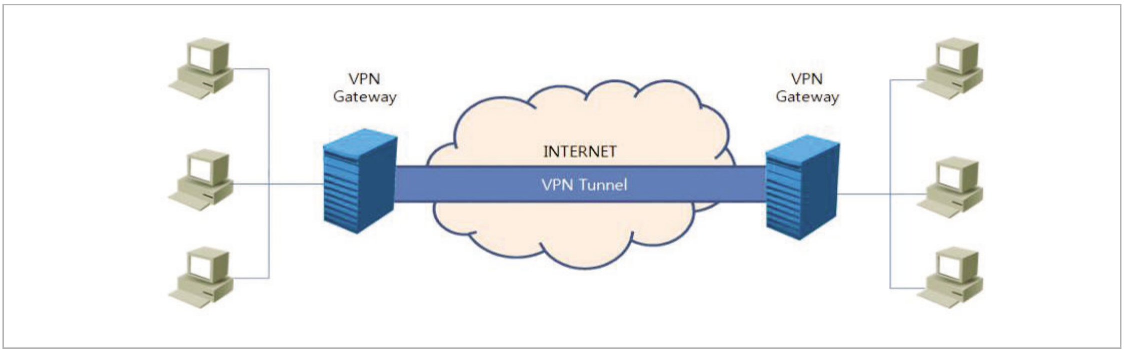
[그림 3-3] HFC 서비스



4. VPN 서비스

VPN은 공중 통신망 기반시설을 터널링 프로토콜과 보안 절차 등을 사용하여 개별기업의 목적에 맞게 구성한 데이터 네트워크다. 가상 사설망은 오직 한 회사에 의해서만 사용될 수 있는 자체망이나 전용회선과 대비되는 개념이다.

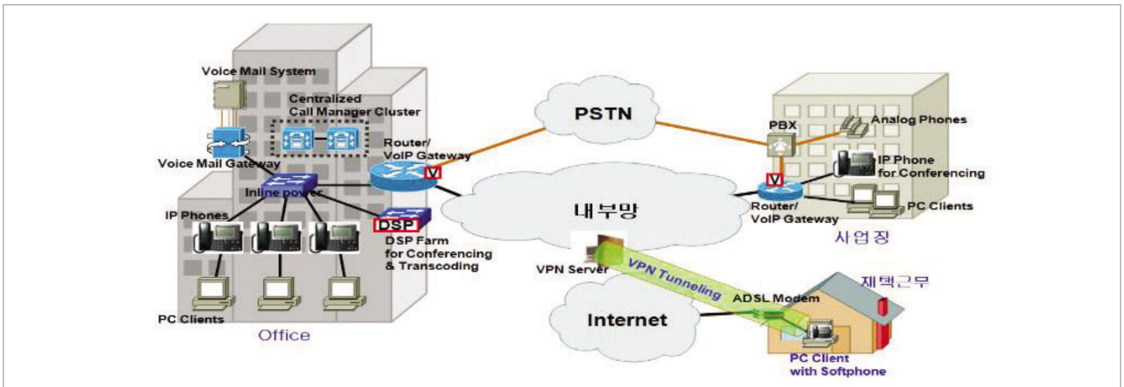
[그림 3-4] VPN 서비스



5. VoIP 서비스

VoIP 서비스는 IP를 사용하여 음성정보를 전달하는 일련의 설비들을 위한 IP 전화기술을 지칭하는 용어이다. VoIP기술의 주요 장점은 기존 IP네트워크를 그대로 활용해 전화서비스를 통합 구현함으로써 전화 사용자들이 시내전화 요금만으로 인터넷, 인트라넷 환경에서 시외 및 국제전화 서비스를 받을 수 있게 된다는 점이다.

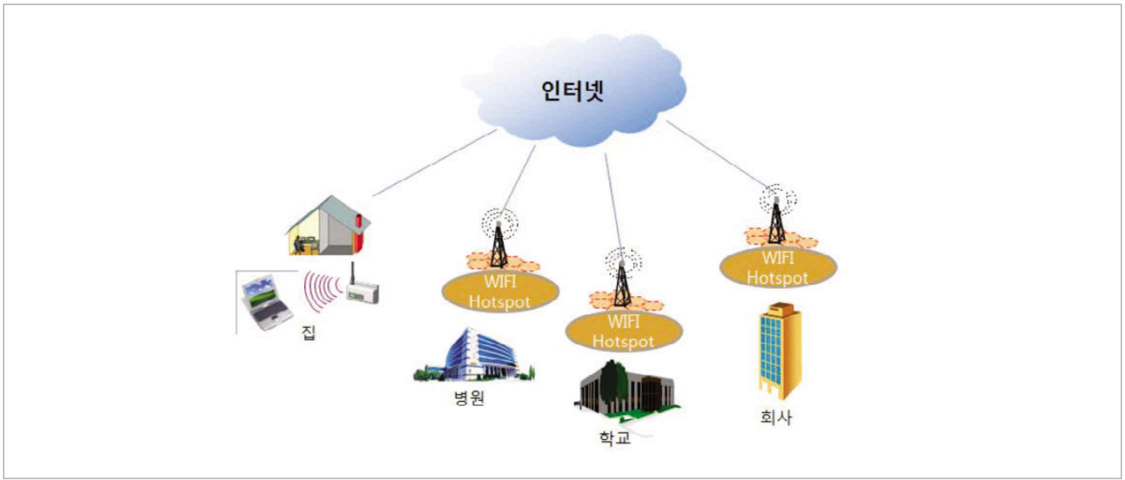
[그림 3-5] VoIP 서비스



6. Wi-Fi 서비스

무선 인터넷은 시간과 장소에 구애받지 않고 언제 어디서나 인터넷 서비스를 사용할 수 있는 장점이 있으며 2.4GHz 주파수를 이용하여 무선랜 카드를 통해 노트북 컴퓨터를 통해 인터넷 서비스를 받을 수 있다.

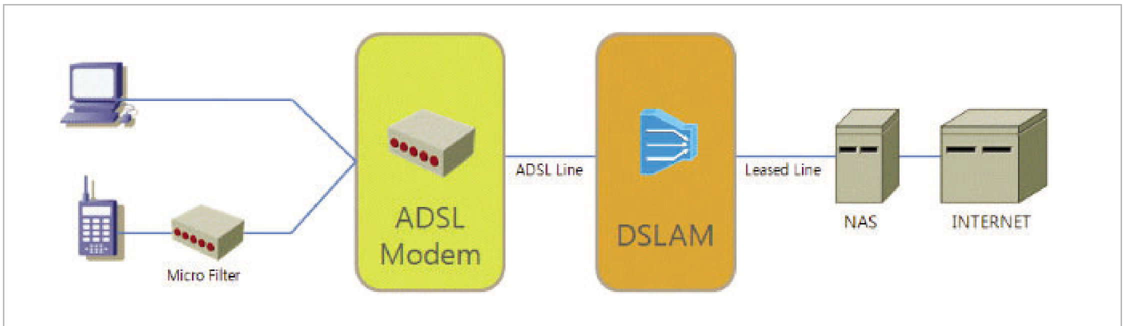
[그림 3-6] Wi-Fi 서비스



7. ADSL 서비스

ADSL은 전화국과 각 가정이 직접 1:1로 연결되며 전화국에서 사용자까지 데이터가 내려가는 하향의 경우에는 일반적으로 최저 1.5Mb 이상의 고속 데이터 통신이 가능하고, 반대로 사용자로부터 전화국까지의 상향 신호는 상당히 느리다. 따라서 비대칭형 서비스라고 한다.

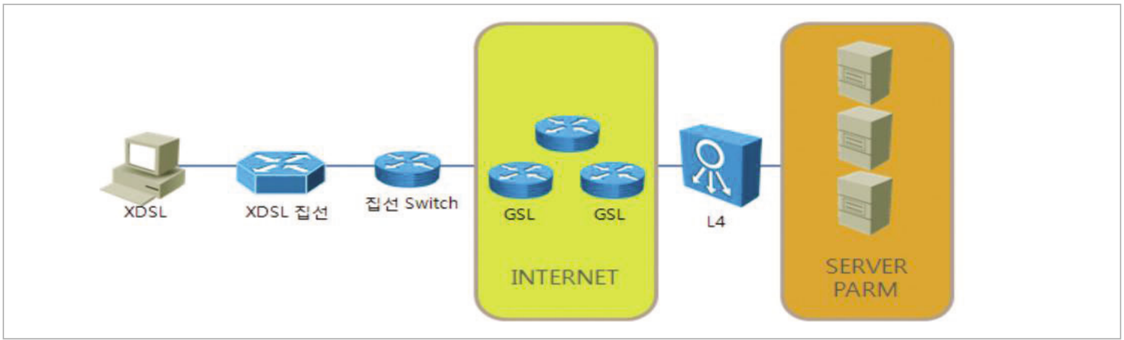
[그림 3-7] ADSL 서비스



8. VDSL 서비스

일반 가정에서 기존의 전화선을 이용해 양방향으로 빠른 속도로 전송이 가능하고, 많은 양의 데이터를 초고속으로 전송할 수 있으며, 실시간 비디오와 고화질의 영상회의를 위하여 제공되는 고속 유선통신 규격으로 2.74km 미만의 전화선 서비스 지역에 적합하다. 그리고 공공 네트워크나 기업용 데이터 서비스 같은 저렴하면서도 대용량 데이터 처리가 필요한 곳에 유용하다

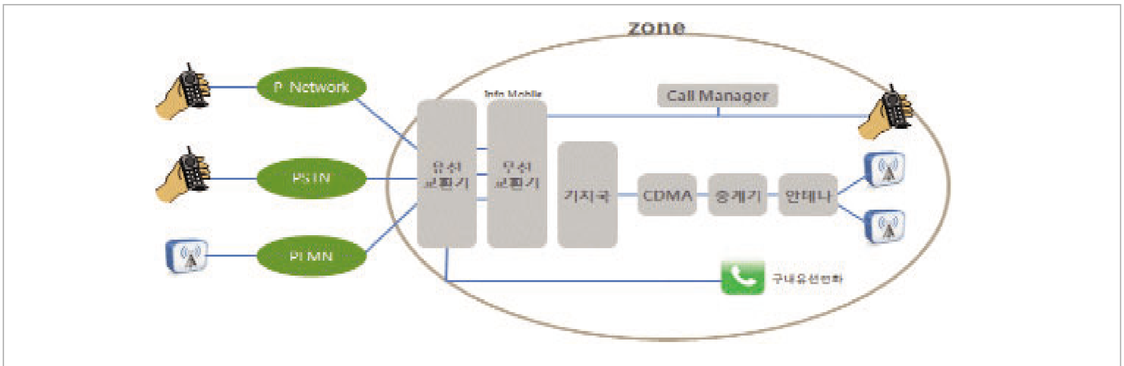
[그림 3-8] VDSL 서비스



9. 모바일 서비스

휴대폰과 휴대용 개인정보 단말기(PDA) 등과 같이 이동성을 가진 단말기로 인터넷에 접속하여 모바일 뱅킹, 모바일게임, 모바일 영화 등 다양한 서비스가 제공되고 있다. 또한 휴대폰과 PDA · 노트북 컴퓨터 등의 장점을 이용한 제품이 개발되고 있으며, 모바일 비즈니스와 모바일 마케팅 · 모바일 전자화폐 · 모바일 전자정부 등 새로운 모바일서비스가 생겨나고 있다.

[그림 3-9] 모바일 서비스



제4장

서버 OS별 IPv6 시험 결과

주로 OS와 서버 어플리케이션 관련 복합적인 이슈가 상존한다. IPv6를 지원하지 않는 DBMS, 미들웨어 등 다양한 응용소프트웨어의 경우 Back-End IPv4 환경으로 구성 운영할 수 있다.

◈ WINDOWS Server 시험 결과

윈도우 2003에서 IIS 구동시 IPv6 동작이 제한적이므로 윈도우2008 이상으로 OS 업그레이드가 필요하다.

[표 4-1] WINDOWS Server 시험 결과

일반기능 시험	시험 결과	이슈 및 문제점
IPv6	지원	WINDOWS 2003에서는 netsh에서 설정
PING	지원	-
HTTP	지원	WINDOWS 2003에서 IPv6 매뉴얼한 Listen이 지원 안 됨
미들웨어	TOMCAT 5.5 이상	-
DNS	지원	-
원격 데스크톱	윈도우 2008에서 지원	WINDOWS 2003에서 IPv6 주소를 인식 불가
NFS	윈도우 2008에서 옵션활성화 후 지원	WINDOWS 2003에서는 NFS기능 미지원
방화벽	지원	WINDOWS 2003의 경우 IPv6 Address 영역으로는 설정 안 되며 서비스 port 단위로 가능

◈ LINUX 시험 결과

시험 OS는 Cent OS 5.3으로 kernel 2.6 버전으로 구성되어 있다. 시험 어플리케이션은 WEB 서비스의 경우 apache 2.2, 미들웨어는 Tomcat 5.5, DNS는 BIND 9.3.6, 원격 접속은 기본설치인 SSH와 옵션 설치인 Telnet-Server 패키지, 방화벽은 ip6table를 사용하였다.

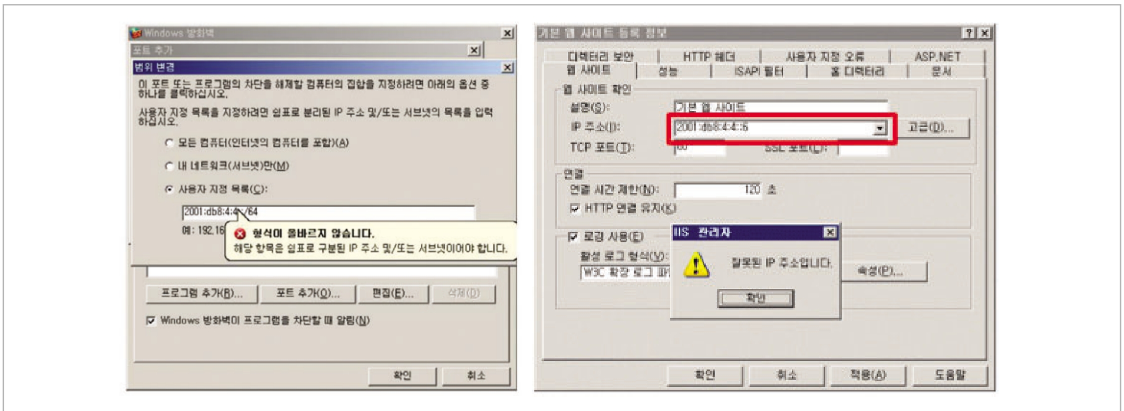
[표 4-2] LINUX Server 시험 결과

일반기능 시험	시험 결과	이슈 및 문제점
IPv6	지원	
PING	지원	WINDOWS와 다르게 LINUX IPv6 Ping은 ping6 명령으로 구분
HTTP	지원	Apache 2.0 이상부터 지원
미들웨어	지원	TOMCAT 5.5 지원
DNS	지원	BIND 9 이상부터 지원
SSH	지원	-
NFS	미지원	NFS IPv6로 mount시 HOST 입력 에러
방화벽	지원	IPv6는 ip6tables 명령어로 분리

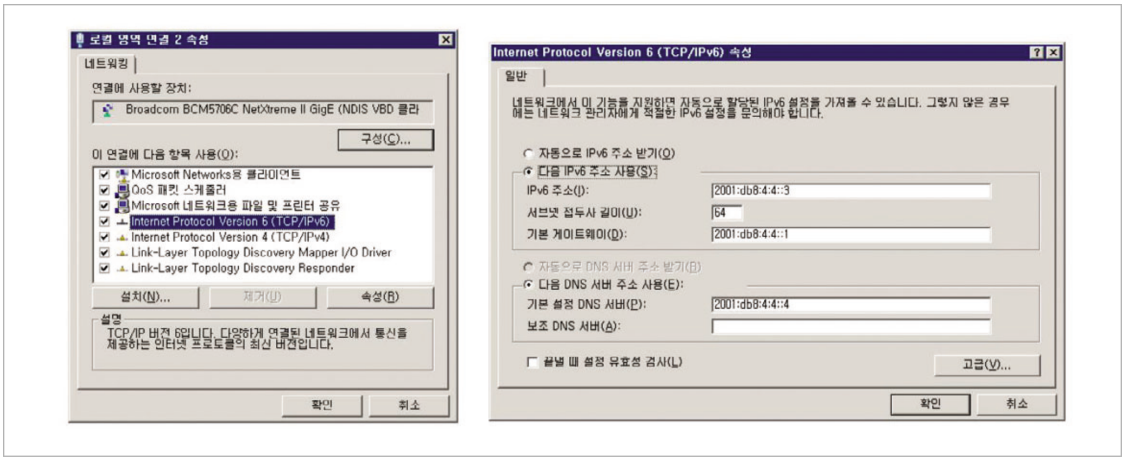
◈ OS IPv6 설정 - WINDOWS

WINDOWS 2008의 경우 GUI환경에 설정이 가능하다. 하지만 WINDOWS 2003의 경우 GUI에서 설정이 불가능 하며 IPv6를 제한적으로 지원한다.

[그림 4-1] WINDOWS 2003 제한적 지원



[그림 4-2] WINDOWS 2008 설정

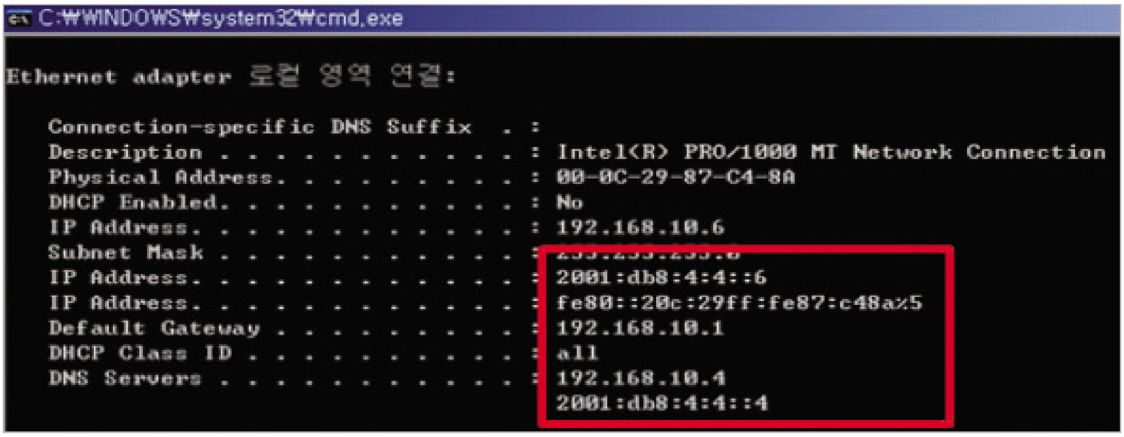


WINDOWS 2003은 IPv6 환경은 netsh에서 사용한다.

[표 4-3] netsh IPv6 설정 명령

목차	행위	명령어
IPv6 프로토콜	설 치	interface ipv6 install
	삭 제	interface ipv6 uninstall
IPv6 Address	추 가	interface ipv6 add address “로컬 영역 연결” 2001:db8:4:4::6
	삭 제	interface ipv6 delete address “로컬 영역 연결” 2001:db8:4:4:21e:8cff:fedb:12e8
	보 기	interface ipv6 show interface
IPv6 Route	추 가	interface ipv6 uninstall
	삭 제	interface ipv6 uninstallinterface ipv6 uninstall
	보 기	interface ipv6 uninstall
IPv6 DNS	추 가	interface ipv6 uninstall
	삭 제	interface ipv6 uninstall
	보 기	interface ipv6 uninstall

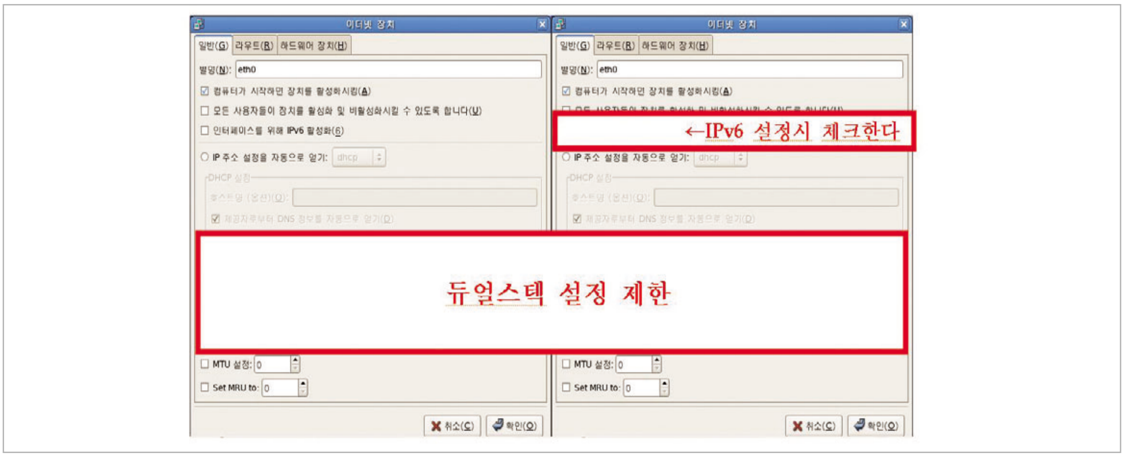
[그림 4-3] WINDOWS 2003 설정



◈ OS IPv6 설정 - LINUX

LINUX는 Kernel 2.4 이상 버전에서 IPv6 Address를 설정할 수 있으며 system-config-network 명령의 GUI 설정이 가능하지만 듀얼스텍을 설정에 제한이 있다. /etc/sysconfig/ 디렉토리에서 네트워크 관련 설정 파일을 수정하는 것을 권장 한다.

[그림 4-4] LINUX - GUI설정 제한적 지원



/etc/sysconfig/network와 /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-[인터페이스명] 2개의 네트워크 관련 설정 파일을 통해 IPv6를 설정한다.

IPv6 활성화

```
# modporbe ipv6
# lsmod | grep -i ipv6
ipv6                    187361   26
IPv6 module successfully loaded
```

IPv6 Address 설정

/etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-[인터페이스명] 파일을 수정한다.

```
vi /etc/sysconfig/network-scripts/ifcfg-eth0
IPV6INIT=yes
IPV6ADDR=2001:db8:4:4::5/64
```

IPv6 Default GW 설정

```
vi /etc/sysconfig/network
NETWORKING_IPV6=yes
IPV6_DEFAULTGW=2001:db8:4:4::1
```

IPv6 DNS 설정

```
vi /etc/sysconfig/network
IPV6INIT=yes
IPV6ADDR=2001:db8:4:4::5/64
```

제5장
IPv6 지원장비 현황

□ 네트워크 장비현황 ('10.6월 현재, 최신현황은 http://vsix.kr 참조)

구분	제조사 명	모델 명	IPv6 지원 유무 및 계획	비고
Router	Cisco	CRS	O	외산
		GSR Series	O	
		C7600 Series	O	
		C7200 Series	O	
		ASR9000 Series	O	
		ASR1000 Series	O	
	Juniper	T Series	O	외산
		M Series	O	
		J Series	O	
	애드팍	AP Series	O	국산
	알카텔-루슨트	7705 Service	O	외산
		7710 Service Rout	O	
		7750 Service Router	O	
	화웨이	CX600 Series	O	외산
		NetEngine Series	O	
		AR Series	O	
	HP(3Com)	MSR 20 Series	O	외산
		MSR 30 Series	O	
		MSR 40 Series	O	
Switch (L2/L3)	Cisco	C6500 Series	O	외산
		C4500 Series	O	
		C3750-E Series	O	
		C3560 Series	O	
	Juniper	EX Series	O	외산

구분	제조사 명	모델 명	IPv6 지원 유무 및 계획	비고
Switch (L2/L3)	LG-ERICSSON	ERS 8600	O	국산
	알카텔-루슨트	9800E	O	
	HP(3Com)	4800G Series	O	외산
		5800G Series	O	
	다산	V6424	O	국산
	브로케이드 (파운드리)	FastIron Super X	O	외산
		FESX – 624	O	
	NORTEL	ERS-4526	O	외산
	유비쿼스	-	개발중/미정	국산
Switch (L4이상)	파이오링크	PAS Series	O	외산
	A10 네트웍스	AX Series	O	외산
	LG-ERICSSON	iPECS-LNS4012	O	외산
	라드웨어(Alteon)	Alteon2424, 3408	O	외산
		AAS Series	O	
		AD 1016	O	
	브로드케이드(파운드리)	ADX Series	O	외산
VoIP (IP-PBX, SSW)	애드팍 테크놀러지	AP2650	O	국산
	네이블 커뮤니케이션즈	nXer IP-PBX	일부지원/미정	국산
	뉴온시스	NSCM-1000	일부지원/미정	
	아리시스	S8730	일부지원/미정	외산
	LG-ERICSSON	iPECS-2000	일부지원/미정	외산
	모임스톤	IP- Series	일부지원/미정	국산
	컨피닉스	-	일부지원/미정	국산
AP	Cisco	WAP4410N	O	외산
	아루바	AP105+controller650	O	외산
	3COM	WA2000 Series	O	외산
	모다정보통신	KWD-A1000/C1000	O	국산

□ 보안장비 현황

구분	제조사 명	모델 명	IPv6 지원 유무 및 계획	비고
방화벽/IPS	Cisco	ASA5500 Series	O	외산
웹방화벽	파이오링크	WEBFRONT	O	국산
	모니터랩	-	2011년 상반기	국산
통합보안 (F/W+IPS)	체크포인트 소프트웨어 Tech.	CheckPoint IP-Series	O	외산

구분	제조사 명	모델 명	IPv6 지원 유무 및 계획	비고
통합보안 (F/W+IPS)	시큐아이닷컴	SECUI NXGSeries	O	국산
	안철수연구소	TrusGuard Series	O	국산
	넥스지	VForce UTM	O	국산
	퓨처시스템	WeGuardia XTM Series	O	국산
	포티넷	포티게이트5000 Series	O	외산
	아버네트웍스	SP TMS-4000	O	외산
	어울림	-	2010년 12월	국내
	LG CNS	-	미정	외산
	나우콤	-	2010년 12월	국산
	정보보호기술	-	미정	국산

□ NMS 현황

제품명	제조사	IPv6 지원여부	지원버전	비고
HP Openview	HP	O	v7 이상	네트워크 통합관리 시스템
IBM Tivoli Network Manager	IBM	O	v3.8 이상	네트워크 통합관리 NMS
Tivoli Monitoring	IBM	O	v6.2 이상	서버 통합관리 NMS
OpManager	Manage Engine	X	X	네트워크 통합관리 NMS
MRTG	Free software	O	v2.10 이상	네트워크 트래픽 모니터링 시스템
CA Unicenter	CA	O	vr3.1 이상	IT 인프라 통합관리 시스템
Sitescope	HP	X	X	네트워크 품질관리 시스템
Scrutinizer	Plixer international	O	v7 이상	네트워크 트래픽 분석 시스템
DeviceExpert	Manage Engine	X	X	네트워크 장비의 구성, 변경 관리 시스템
Nagios	Nagios Enterprises	O		서비스 모니터링 시스템
WebNMS	ZOHO Corporation	O	v4.7 이상	네트워크 통합관리 NMS
WhatsUp	Ipswitch	O	v12 이상	서비스 모니터링 시스템

□ 국내 보안업체의 IPv6관련 인증 현황

업체명	TTA인증		CC인증	
	제품명	인증일	제품명	인증일
퓨처시스템	XTM2000 FW10G XTM10000 XTM1000 XTM8000	2010. 06. 29 2010. 06. 29 2010. 06. 29 2010. 05. 14 2010. 05. 14	XTM2000 FW10G XTM10000 XTM1000 XTM8000	2010. 06. 08 2010. 01. 14 2010. 01. 14 2010. 01. 14 2010. 01. 14
안철수 연구소	TrusGuard 1000P TrusGuard 10000 TrusGuard 50	2010. 06. 16 2010. 06. 16 2010. 06. 16		

제6장

2010년 IETF 워킹그룹 동향

1. 제78차 IETF 정기회의('10.7월) 주요논의 내용

1 behave(Behavior Engineering for Hindrance Avoidance) WG

소 개
실제 IPv6 도입 시 있을지 모를 IPv4-IPv6 연결 시나리오 간 문제점에 대해 검토하는 워킹그룹 (NAT66, NAT64 등 변환기술 논의)

❖ 일본에서는 원활한 전환을 위해 NAT444 및 LSN(Large Scale NAT) 관련 초안문서 4건을 제안하고 검토의견을 구함

✓ 일본은 안정적인 전환(Smooth transition)을 위해 현실적으로 IPv4 NAT가 중요하다는 인식이 있음

❖ 에릭슨연구소에서는 IPv6 Only 환경에서 인터넷 시험결과에 대해 발표하였으며 실험결과로 웹기반 서비스들은 양호하나, 스카이프(Skype), 기타 메시징, 게임 등 별도 클라이언트 구현하는 서비스의 경우 대부분 문제 발생

✓ IPv4 구문을 사용하는 서비스 및 프로그램들에 대한 정비가 필요

❖ CPE(Customer Premises Equipment)[3]장비는 광범위하게 분포해 실제 네트워크 품질에 영향을 미치고 있어 노키아(Nokia)에서 주요 홈게이트웨이 장비에 대해 NAT환경에서의 네트워크 성능관련 테스트 결과를 발표하였고 향후 테스트 장비를 계속 확장할 예정

❖ BIS(Bump-In-the-Stack)와 BIA(Bump-In-the-API)는 2000년 초 표준화된 전환기술로 IPv4 Only 응용의 수정 없이 IPv6 통신이 가능케 하는 표준기술이었으나, IPv6 Only 접속에 대한 고려가 없어 이에 따른 유지보수가 필요하여 BIH(Bump-In-the-Host) 방식이 제안됨

✓ Behave charter에 추가하는 데 이견이 없는 것으로 합의됨

2 v6ops(IPv6 Operations) WG

소 개
네트워크 운영자와 이용자간의 IPv6 운영상의 이슈를 정리하고 해결하기 위한 워킹그룹

❖ 주로, 일본/중국이 적극 참여하며 Randy Bush(IIJ:Internet Initiative Japan), Tony Hain(Cisco), Fred Baker(의장, CISCO) 등 IPv6 관련 유명 전문가들이 활발히 활동하고 있음

✓ 일본은 산 · 학 · 연 공동으로 IPv6 도입에 대비해 다양한 시험을 해보고 관련 내용을 v6ops WG을 중심으로 지속적으로 이슈화하고 있음

❖ CISCO의 Dan Wing은 IPv6 NAT(NAT66)를 표준화에 반대하며 대신 호스트에서 Multiple Prefix를 이용하는 내용을 제안

✓ 호스트에 네트워크가 다른 복수개의 내 · 외부용 IPv6주소를 부여하면 NAT66 없이도 내 · 외부 네트워크를 분리 가능

3) CPE(Customer Premises Equipment) : 통신 서비스 제공회사가 공급하여 해당 회사의 네트워크에 연결되어 있는 종단장치로 예로는 단말기, 셋톱박스, 케이블 모뎀 및 ADSL, 공유기 등을 말함

✓ NAT66을 고려하는 것은 대체할 표준이 부재하기 때문으로 다음과 관련된 표준을 신속히 마련하면 NAT66을 피할 수 있음

① Source address selection

② Next-hop route selection(RFC4191이 있으나 유지보수가 필요)

③ DNS server selection

❖ v6ops와 리에종(Liaison) 관계에 있는 BroadBand Forum(BBF)에서 v6ops WG에 IPv6 CPE 요구사항과 DS-Lite, 6RD[4] 명세에 관한 코멘트를 요청해옴

※ Broadband Fourm 웹사이트 : http://www.broadband-forum.org

※ 관련 문서명 : TR-124, Functional Requirements for Broadband Residential Gateway Devices(2010, 5)

❖ 일본의 NEC소속 Kawamura는 "IPv6를 제공하는 ISP"에 대해 구체적 기준을 정의하고 이를 측정할 수 있는 방안에 대해 draft 제안 및 논의

v6제공수준	기본(Basic) 제공	고급(Advanced) 제공
Draft 주요내용	• 라우팅DB에서 최소 1개 이상의 프리픽스가 보이고, 최소 1개 이상서버가 v6로 응답할 것	• v6를 통해 접근 할수 있는 DNS resolver 보유, 다수의 Prefix가 라우터 상에 Visible할 것
WG 주요의견	• 24*7*365일 고객지원 전화번호 제공 추가 • ISP가 제공하는 서비스 설명서에 IPv6가 모두 추가되어야 함 • IPv6 관련 이메일과 스팸필터 제공 • RFC5211 용어정의도 참조할 것 • advanced는 IPv4 제공기능이 IPv6에서 모두 제공될 때를 포함	

※ 일본의 'Pv4고갈TF' 에서 논의된 내용을 basic guideline for listing IPv6 that runs IPv6 으로 Draft 발표

✓ 문서는 최소 조건만(minimum criteria) 제공하고 의장이 Informational RFC로 추진 요구

❖ 유무선 망에서의 IPv6 요구사항에 대해 광범위하게 다루지만 아직까지 모바일 망에서의 고려사항에는 관심이 적고 CPE 라우터관련 IPv6 요구사항에 대해서는 중요성은 인지하나 보수적으로 대응

❖ 기타 주소 할당 전략 관련 아이템이 2건 제안되었으나, 주소정책은 IETF에서 다루지 않는다는 원칙에 따라 WG 아이템 채택 취소

4) IPv6 Rapid Deployment : 기존 IPv4 이용자에게 대규모로 IPv6를 적용할 수 있는 터널기술로 최근 다양한 상용망 적용사례가 있음

✓ 현재 end-site에 /56 할당하는 방안(예: 가정내 서브넷 256개)을 논의했으나 특정한 영역을 정하는 것은 위험하다는 의견

❖ 백본 라우터 연동 시에는 127 bit IPv6 prefix를 사용하자는 일본의 제안이 있었으나, 결국 6man 이슈라고 정리되었고 v6ops에서도 의견은 모아주기로 함

※ 금번 6man WG회의에서 먼저 제안되었으나 WG 드래프트 채택을 거절당해 일부 수정 후 v6ops에서 재발표

3 mext(Mobility EXTensions for IPv6) WG

소 개
IPv6 기반의 호스트 및 네트워크 모빌리티 표준을 다루는 워킹그룹

❖ 최근에는 일정규모의 서브넷(Subnet)을 가지고 이동하는 네트워크(예: 선반, 항공기)의 라우팅 정보 교환에 관한 이슈에 관심이 많으며

❖ 금번 워킹그룹에서는 보안관련 사항을 워킹그룹 Charter에 추가하는 방안에 대해 장시간 의견교환이 있었음

4 6man(IPv6 Maintenance) WG

소 개
IPv6 전개 시 발생하는 다양한 문제점들을 해결하기 위해 IPv6 프로토콜 명세에 대한 개선 및 유지보수를 추진하는 워킹그룹

❖ IPv6 기존 표준을 유지 보수하는 WG으로 기존에 제정된 모든 관련 표준문서가 대상이 될 수 있으며 현재는 기존 표준에서 느슨한 부분이나 명시되지 않은 모호한 부분을 보완하는 방향으로 추진 중

❖ IPv6 node가 주소를 받아오거나, DNS주소를 설정하는 방안에 대해 IPv6 node의 요구사항을 기존 RFC 문서를 기준으로 정리

✓ 기존 RFC 표준 문서에서 정하지 않았던 노드의 IPv6 활용 시 요구사항들, 예를 들어 node가 자동할당(RA)과 DHCP 기능을 모두 탑재해야 할지 일부만 탑재해야 할지를 포함

✓ 필수사항(MUST)/선택사항(MAY)에 대해 다양한 현장의 의견을 피드백받아야 하므로 상당시간 걸릴 것으로 예상됨

❖ RFC3484(Default Address Selection for Internet Protocol version 6 (IPv6))의 어드레스 폴리시 테이블 업데이트를 Tony hain이 WG 아이템으로 제안

❖ 일본에서 백본 라우터 간 연동 시 127bit IPv6 prefix를 사용하자는 draft가 제안 되었으나 다양한 상황을 고려하지 않아 WG 드래프트 채택이 거절됨

❖ 기타 기존 IPv6 프로토콜의 개선을 위해 UDP, Flow label, source routing(저전력 네트워크의 효율적 라우팅을 위한) 관련 제안에 대해 논의

5 homegate(Broadband Home Gateway) BoF

소 개

가정의 홈게이트웨이 장비에서 IPv4/IPv6 듀얼스택 이슈를 조사하고 해결하기 위한 워킹그룹 생성 전 사전회의

❖ 본 BoF에서는 다른 IPv6 관련 워킹그룹과 중복되지 않는 범위 내에서, 다른 워킹그룹에서 레퍼런스 할 수 있는 홈게이트웨이 요구사항을 만들고자 함

※ v6ops에서 CPE 라우터에 대한 요구사항은 금번 회의에서 논의된 바 있음

❖ WG 범위는 일반적으로 NAT, Firewall, DNS Proxy, ALG 등의 기능을 가진 홈게이트웨이 디바이스(공유기)가 대상

※ 단, 디바이스 자체가 IPv4/IPv6 듀얼스택에 문제가 없는지를 다루고 포함된 기능에 관해서는 v6ops 등 관련 WG에서 논의가 바람직하다는 의견

❖ WG 산출물은 BCP(Best Current Practice) 문서 1건을 만들고 이를 다른 WG 산출물에서 참조(Reference)하도록 하는 것이 목적

✓ 우선, 홈게이트웨이 정의 등 용어정의가 우선 필요하고, 타 표준화기구의 영역도 조사하여 최대한 중복 없게 추진할 예정

❖ 본 BoF회의의 참여자들이 WG생성에 대다수가 찬성하였고 차기회의까지 메일링 리스트에서 기능 및 디바이스 관점 중 어느 부분에 집중해야 할지에 대해 추가적으로 논의키로 함

6 Softwire WG

소 개

IPv6 터널 기술 전반을 다루며, 최근에는 터널링의 특징인 패킷안의 패킷 구조에서 생기는 다양한 이슈와 터널 시나리오에 대해 논의

❖ IVI(Prefix-specific and Stateless Address Mapping)터널을 개발한 중국의 Xing 교수가 기술자문을 맡고, 중국 산업 · 학계 · 연구계가 대거 참여해 WG을 주도하고 있음

❖ 전환기술인 DS-Lite와 6RD가 마무리 되어 가면서 차기 아이템에 대해 논의됐으며 총 17건의 드래프트가 안건으로 논의될 만큼 활발한 활동이 진행하고 있음

❖ 100여개의 터널 관련 표준들에 존재하는 문제점을 리스팅하여 WG 문제해결 활동을 지원하는 방안에 대해 논의

✓ 터널링의 캡슐화(encapsulation/decapsulation) 과정에 따라 잦은 패킷 조각화로 인한 성능저하 이슈

✓ RFC 문서 간의 불일치 존재

※ 예를 들어 RFC2003에서 MTU, ICMP 시그널링 관련 내용이 RFC4301에서 기술하는 것과 다름

✓ 네트워크 운영자들이 수많은 터널링 기술 중 하나를 선택할 때 해당 터널링 기술에 어떤 이슈가 상존하는지 정보 제공 목적

❖ 현재 IPv6 관련 WG의 공통이슈는 기존 CPE 변경없이 IPv6를 전개하는 방안을 찾는 것이며 이를 위해 Softwire WG에서는 기존 6RD 터널기술을 개량한 6RD+에 대해 논의함

✓ v6ops WG의 ISP survey에 따르면 많은 ISP들의 CPE에서 IPv6를 지원하지 않고 있으며 현재 Softwire Framework는 매우 복잡한 stateful 방식 터널 기술로 가고 있음(PPPoverUDPoverL2TPv2)

✓ 관련하여 NAT 환경에서의 6RD 실험한 드래프트(draft-despres-softwire-6rdplus-00)와 UDP 인캡슐레이션 관련 드래프트(draft-lee-softwire-6rd-udp-01.txt(Yiu Lee, Comcast))를 발표

✓ ISP차원에서 지원하는 Teredo와 달리 모든 CPE NAT환경에서 사용가능하고, 상태정보 미저장(Stateless)으로 성능도 보장됨

✓ 추가적으로 수정 안 된 CPE의 IPv6문제를 WG에서 다루어야 하는지에 대해 장시간 다음과 같은 논의가 진행

〈 주요내용 〉

◆ CPE나 단말의 랜 포트에 동글(Dongle)을 꼽아서 CPE 변경 없이 IPv6을 제공하는 방안

◆ 너무 많은 터널기술이 있고 CPE를 바꾼다면 비용문제가 있는데 사업자는 IPv6 때문에 교체는 생각지 않을 것이므로 예전에 WG에서 포기했던 L2기반 터널기술(L2TP)을 재검토 필요

✓ 단 6RD+를 하면 불가피하게 NAT66 환경이 되지만 듀얼스택을 확산하기 위한 초기 전환 기술로서만 쓰이지 NAT66 도입 의도는 아님

❖ 기타 이탈리아텔레콤에서 제안한 RADIUS에서 DNS 설정 등 IPv6 속성을 정해주는 draft는 WG 아이템 선정되었으며, 일본 후지츠에서 제안한 전환기술(SA64T)은 WG범위를 벗어나는 내용으로 거절됨

❖ Cisco의 Dan Wing은 CGN 구성 시 ALG 이슈를 피할 수 있는 PCP(port control protocol) WG 생성을 위한 의견수렴을 했으며, 차기회의 BoF 등을 추진할 예정

※ 어플리케이션 혹은 CPE 라우터에 적용될 수 있으며, 어플리케이션이 CGN의 포트매핑을 통해 외부 공인IP를 인지함으로서 ALG 이슈를 회피할 수 있는 기술

※ 관련 문서 : draft-wing-softwire-port-control-protocol-02.txt

2. 제79차 IETF 정기회의('10.11월) 주요논의 내용

1 behave(Behavior Engineering for Hindrance Avoidance) WG

소 개

실제 IPv6 도입시 있을지 모를 IPv4-IPv6 연결 시나리오간 문제점에 대해 검토하고 NAT66, NAT64 등 변환기술 논의

❖ NTT에서 기존 제안한 'Large Scale NAT Requirements'가 78차 회의에서 WG item으로 채택되어 용어 정의부터 기타 여러 가지 합의가 필요한 사항에 대해 의견 수렴

✓ LSN 이라는 용어대신 Multi Entity NAT(MEN) 의견 검토

✓ 문서내의 NAT의 고가용성(high availability) 요구사항 관련 IETF의 작업 범위인지 여부를 논의

❖ 큰 규모로 NAT를 운영할 경우 기존의 포트할당과 로깅 방법으로 유저를 어느 정도 수용 가능한지 논의

✓ 효율적인 자원 할당과 미사용시 반납 등 관리 방안 필요

✓ 정적/동적 포트 할당방법과 로깅방법의 장단점에 대해 논의

※ BEHAVE WG의 새로운 논의 안건으로 LSN관련 포트 관리/로깅에 관한 사항이 신규작업으로 추가됨

❖ 케이블 사업자 테스트환경을 구성해 IPv4 3중 NAT(NAT444) 환경에서 게임, 웹, VoIP, 메신저 등 다양한 어플리케이션을 시험

✓ 게임 등 일부 서비스들은 다중 NAT 환경에서 오류가 발생하므로 근본적인 해결책은 IPv6 전환임을 강조

❖ NAT64 구현 시 IPv6 주소 내에 IPv4 주소를 같이 사용하는데 이와 관련된 부가정보들을 DNS에 넣기 위해 EDNS0 관련 표준화를 제안

✓ DNS 관련 변경은 IETF에서 보수적인 의견이 많아 메일그룹 토의를 통해 좀 더 의견을 들어보고 추진여부를 판단키로 함

❖ China Mobile과 Nokia에서 IPv4 Only application들이 IPv6 Only 네트워크를 통해 통신이 되도록 하기 위해 BIH(Bump-In-the-Host)를 제안

✓ 기존 BIS(Bump-in-the-stack)과 BIA(Bump-in-the-API)를 혼합한 형태로 WG의 지지를 얻지는 못함

❖ 중국 장비제조사 Huawei에서 NAT64 변환시 다수의 변환장비 간에 Load-Balancing하는 방안을 제안

✓ 제조사의 독자적 제안으로 사전 공감대가 없어 지속적인 논의여부는 불투명

2 v6ops(IPv6 Operations) WG

소 개
네트워크 운영자와 이용자 간의 IPv6 운영상의 이슈를 정리하고 해결하기 위한 워킹그룹

❖ Cisco에서 듀얼스택 호스트의 접속지연 문제 때문에 일부 유저들은 IPv6기능을 Disable시키고 있어 관련 문제점과 해결책을 제안[5]

〈알려진 문제점〉

✓ DNS 조회 시 IPv4, IPv6 주소를 모두 받을 경우 IPv6 주소를 받아 접속을 시도하나 서버로 가는 IPv6 링크가 없어서 IPv4로 fall back 하면서 딜레이 타임이 걸리는 경우(20초~수분)

✓ 현재 링크상태와 관계없이 이전 접속시 성공한 경로를 그대로 활용하는 경우

〈해결안〉

✓ Preference를 의미하는 “p” 값을 정의해 어플리케이션이 호스트의 네트워크 상태에 따라 “p” 값을 자동으로 조정하게 하여

✓ 유효한 링크를 자동으로 감지/사용하도록 하여 접속지연이 최소화 될 수 있도록 방안 제안

❖ v6ops 의장(Fred Baker)이 제출한 드래프트[6]에서도 상기 드래프트를 초기 접속지연 문제해결을 위한 표준화 대상으로 서포팅하고 향후 개발자 커뮤니티에도 널리 전파되길 희망하고 있음

❖ Multi-Homing with Multi-Prefix (MHMP)[7]는 NAT의 도움 없이 호스트가 다수의 다른 IPv6 주소 프리픽스를 가지고 다양한 경로로 내 · 외부 네트워크를 구분하는 방안으로, 여러 WG에서 표준화를 진행 중

5) Happy Eyeballs: Trending Towards Success with Dual-Stack Host (draft-wing-v6ops-happy-eyeballs-ipv6-01)
6) Opening TCP Sessions in Complex Environments(draft-baker-v6ops-session-start-time-02)
7) IPv6 Multihoming without Network Address Translation, 〈draft-troan-multihoming-without-nat66-01〉

✓ IPv6 Multiple NSP architecture[8] (v6ops)

✓ Address selection policy distribution[9] (6man, WG item 채택)

✓ Route information distribution[10] (mif WG)

✓ DNS selection policy distribution[11] (mif WG)

[그림 6-1] MHMP 관련 작업범위

구분	Multiple physical interfaces	Multiple prefixes
Source Address	√ RFC3484	Revise standard
Next-Hop Route	√ (RFC4191)	√ (RFC4191)
DNS Server Selection	new standard	new standard
Identify supporting hosts	new standard	new standard

※ mif WG에서 route와 DNS를 charter에 추가해 조만간 WG item으로 채택 예정

❖ 망 관리자가 IPv6 전개 시 단말의 프로토콜에 따라 예상되는 문제점과 망 차원에서 검토할 고려사항에 대해 제안

✓ 듀얼 환경에서의 엔드시스템 문제점 기술하고 2개 정도의 대규모 기업환경의 IPv6 전환 사례 제시 예정

※ 단말에서 고려할 사항

- 호스트간의 역학관계
- 다중 인터페이스
- RFC3484(Source Address selection 관련 표준)의 영향 분석
- 하위 호환성
- 어플리케이션에 대한 영향
- 동적 터널링

8) draft-troan-ipv6-multihoming-without-ipv6nat-01
9) raft-ietf-6man-rfc3484-revise-01
10) draft-dec-dhcpv6-route-option-05
11) draft-savolainen-mif-dns-server-selection-04

✓ 문제 기술 방식으로 기술하는 것이 바람직하나 유사문서가 다수 존재해서 어떻게 차별화를 할지 메일그룹에서 추가 논의 예정

❖ '관리되지 않는 IPv6 터널'[12]들이 인터넷 접속지연 등 다양한 문제를 야기시킬 수 있어 문제점을 정리하자는 논의 제안

✓ 문제 제기만 되고 해결책을 제시하기 어려운 사안이고 이미 전개된 기존 터널들을 되돌릴 수 없으므로 해결방안이 모든 걸 되돌리는 방향으로 가면 안됨

✓ 6to4가 관리되지 않아 접속지연 등이 있으므로 사업자가 관리하는 모델을 제안

❖ Comcast社에서 도메인에 대한 듀얼 레코드(A, AAAA) 제공 시 화이트리스팅(Whitelisting)된 사용자 캐시 DNS의 요청에 대해서만 AAAA 레코드를 제공하자고 제안

✓ 구글에서 사용한 방법으로 전환과정에서 불가피한 방법이라는 의견과 의도적으로 제한적인 전환을 한다는 비판적인 시각이 논의됐으며 DNSOP에서도 다룰 사항인지 검토하기로 함

❖ 3G망에서의 IPv6 전환 고려사항 관련 3건의 드래프트가 제출되었으나 추가 논의는 어려울 것으로 판단됨

✓ 3GPP에서도 IPv6 고려사항을 다루고 있어 중복작업이라는 의견과 IETF에서는 무선망 분야는 파악이 어렵워 가이드 자체가 해로울 수 있다는 의견 상존

✓ 중국 화웨이社에서 모바일 환경에서 단말과 망간의 전환 시나리오를 소개했으나 참석자들의 추가 논의 요청이 없어 종결됨

❖ 총 2건[13]의 전환 시나리오 드래프트에 대해 대형 사업자들은 비판적이지만 중소사업자들은 RFC 작업을 지지하는 분위기

12) Non-Managed IPv6 Tunnels considered Harmful〈draft-vandevelde-v6ops-harmful-tunnels-01.txt〉
13) Framework for IP Version Transition Scenarios〈draft-carpenter-v4v6tran-framework-00.txt〉, IPv4-v6 Transition Cable Use Cases

✓ 모든 운영자가 있는게 아닌데 모두가 동의하는 시나리오가 나오기 어렵지만 WG에서 무엇이든 작업하는 것은 의미가 있음

✓ 내용이 많아지더라도 문서 하나에서 모든 관련사항을 찾을 수 있도록 하나로 작성 필요

✓ 향후 진행여부는 메일그룹 추가논의를 통해 결정키로 함

❖ 차이나텔레콤, 차이나모바일에서 ISP 유선망 전환 관련 사례와 가이드 드래프트를 소개

※ 최근 중국 내 통신사업자들은 정부로부터 강력한 IPv6전환요구에 직면해 있음

❖ 칭화대의 IVI 변환기술과 관련해 대형 서비스 제공자를 위한 개선버전(dIVI)를 소개했으나 참석자들의 반응이 좋지 않아 추가 논의여부는 불투명함

3 6man(IPv6 Maintenance) WG

소 개

IPv6 전개 시 발생하는 다양한 문제점들을 해결하기 위해 IPv6 프로토콜 명세에 대한 개선 및 유지보수를 추진하는 워킹그룹

❖ RFC3484(Default Address Selection for internet Protocol version 6(IPv6))의 어드레스 폴리시 테이블 업데이트에 추가 변경 논의

※ v6ops의 MHMP(Multi-Homing with Multi-Prefix) 표준화 관련 협력사항

❖ 호스트들의 자동주소 할당에 대한 따른 주소중복 문제 발생 가능성에 따른 주소 등록 서버 운영(DHCPv6 sever) 및 새로운 주소 등록 프로토콜을 운영 제안

❖ IPv6 터널에서 ECMP[14]를 이용한 트래픽 전송시 트래픽이 쪼개지는 것에 대한 flow label에

14) ECMP(equal-cost Multipath) : dynamic routing protocol에서 목적지에 대한 경로가 여러개 있어도 가장 metric이 낮은 경로를 best path로 설정

Source TEP를 설정을 의무 제안하였으나 권고하는 방향으로 추진

❖ 지난 회의 때 백본라우터 간 127bit IPv6 prefix사용은 WG드래프트 채택이 거절된 이후 내부 라우터간 연동시 사용하자는 내용으로 수정되어 제안되었으며 향후 추가 논의하기로함

❖ 기존 IPv6 프로토콜 개선을 위한 UDP, Flow label등 관련 제안에 대해 논의 추진

❖ 선택된 Flow label 필드에 보안기능 구현을 위한 counter + hash(Source Address, Destination Address, Secret Key)와 알고리즘으로 RFC1948와 RFC3697를 고려하여 제안

4 softwire(softwires) WG

소 개

IPv6 터널 기술 전반을 다루며, 최근에는 터널링의 특징인 패킷안의 패킷 구조에서 생기는 다양한 이슈와 터널 시나리오에 대해 논의

❖ 전환 기술인 DS-Lite, 6RD의 적용이 마무리되어 관련 추가적인 옵션에 관한 사항이 전반적으로 논의 되었으며 총 19건의 드래프트가 안건으로 상정되어 활발한 활동 전개

✓ 6rd CPE 사용자의 IP주소 설정 정보를 받기 위한 6rd의DHCP option(AAA server)과 6rd Radius을 같은 속성으로 이용하자고 제안되어 논의됨

✓ RFC4925 softwire의 mesh네트워크 multicast 요구사항을 구현하기 위한 Mesh multicast framework을 제안하였으며 DS-Lite 적용을 위한 multicast 확장에 대한 논의 진행

✓ Multicast DS-Lite 구현을 위한 IPv4-Multicast 환경의 IPv4-Unicast의 전송을 보장하고 GI-DS-Lite의 기능수행을 위한 의견수렴

✓ ISP차원의 NAT44의 CPE지원을 위해 6a44을 통한 IPv6 network 환경에서의 단말 접속 지원을 논의하였으며 듀얼스택을 지원하기 위한 초기 전환기술로 활용

❖ 지난회의에서 WG 아이템으로 선정된 DS-Lite을 위한 RADIUS 확장은 DNS 설정관련 DHCPv6 OPTION_DS_LITE_NAME과 RADIUS의 DS-Lite-Tunnel-Name 공간이 추가되어 제안

✓ DS-Lite DHCP option에 IP 주소와 FQDN에 관한 사항이 논의되었으며 draft 저자의 최종수정 및 2주간의 WG의견 수렴 후 IESG에 재송부

❖ IPv6 Only 네트워크 환경에서의 IPv4를 적용할 수 있는 터널기술로 4rd 기술을 제안하였으며 6rd와 같은 개념으로 기존 NAT 기술 등과의 중복을 고려하여 거절됨

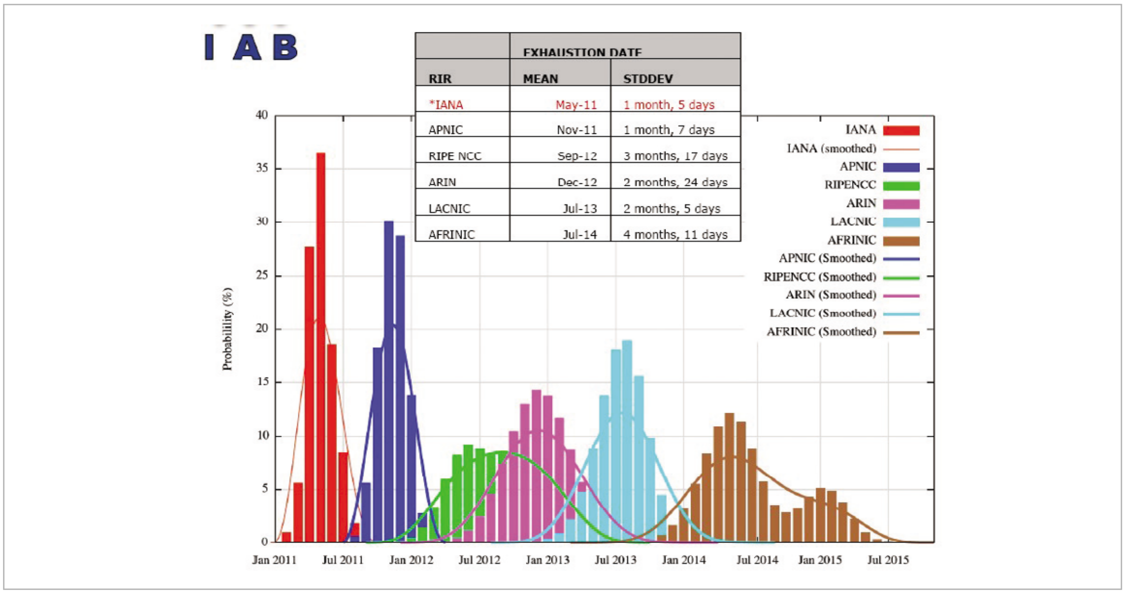
5 IETF technical plenary

소 개

정부, ISP, 인터넷레지스트리, 모바일 사업자 등 IETF 모든 참석자들이 현재 인터넷에서 이슈가 되고 있는 주제에 대한 토론 및 현황 공유

❖ IAB에서는 인터넷상에서 미처 고려되지 못한 IP 모델(Anycast), DNS 및 Privacy 관련 아

[그림 6-2] IANA 및 각 RIR별 IPv4 고갈 예측 날짜 : Geff Huston(APNIC)]



키텍처 설계에 대한 draft 제안 및 논의 진행 중

❖ IPv4의 빠른 소모에 따른 IPv4 신규 할당중지 시점이 IANA 및 RIR별로 상이할 것으로 예측됨

✓ IPv4 신규할당 중지에 대비한 IETF는 다양한 활동(6MAN, V6OPS 등)을 진행하고 있지만 대부분이 실험적 노력에 한함

✓ IETF의 IPv6 적용 및 전환을 위한 현황

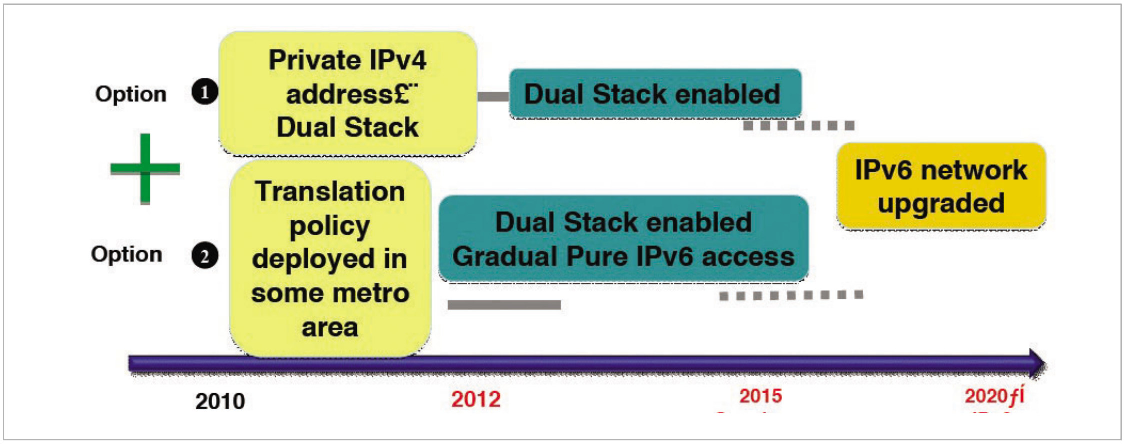
- 듀얼스택(RFC4231) 대표 모델 개발
- Tunnel에 대한 소요 기술(mesh, 6rd..... – SOFTWIRE)
- IPv6 Only 네트워크 환경에서 IPv4 사용과 동일하도록 지원(ds-liet – SOFTWIRE)
- IPv6가 모든 네트워크에 잘 사용되기 위한 활동(nat64 – BEHAVE)
- IPv6 적용 가이드라인(V6OPS, operator forums, ...)

❖ Comcast는 5년 전부터 IPv6 적용을 위한 프로그램을 시작하여 전체 네트워크에 IPv6 기능을 enable 하였으며 IPv6 CPE 지원을 위해 '10년 1월부터 7,000명 가입자에 대해 시험테스트를 진행

※ 6to4, 6rd, Dual Stack을 이용한 운영시스템 및 가입자 네트워크 장비에 적용

✓ 기술적용 후 주요 시사점은 사용가능한 콘텐츠가 부족하였으며 터널링 기술 용이성이 확보 및 IPv6 적용 새로운 RFC가 되기 전에 장비와 소프트웨어에 안정성 확보 필요

[그림 6-3] China Telecom IPv6 전환로드맵

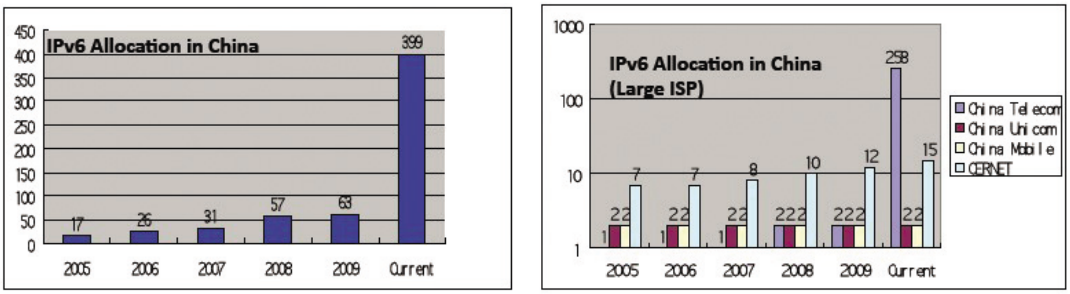


❖ China Telecom의 경우 현재 약 3,000만개의 IP주소가 사용하였으며 곧 2,000만개의 주소가 더 필요할 것이며 향후 M2M등을 위해 새로운 주소가 향후 5년 수십억 개가 필요할 것으로 예측

✓ IPv4 신규할당 중지를 해결하기 위해 ① IPv4재사용, ② IPv4 구매(다른 IP주소보유기관), ③ 사설 IPv4 사용(대규모), ④ IPv6 사용을 제시하였으며 결과적으로 IPv6 전환 추진

❖ 중국의 IPv6 사용 및 서비스 현황

[그림 6-4] 중국의 IPv6 사용 및 서비스 현황

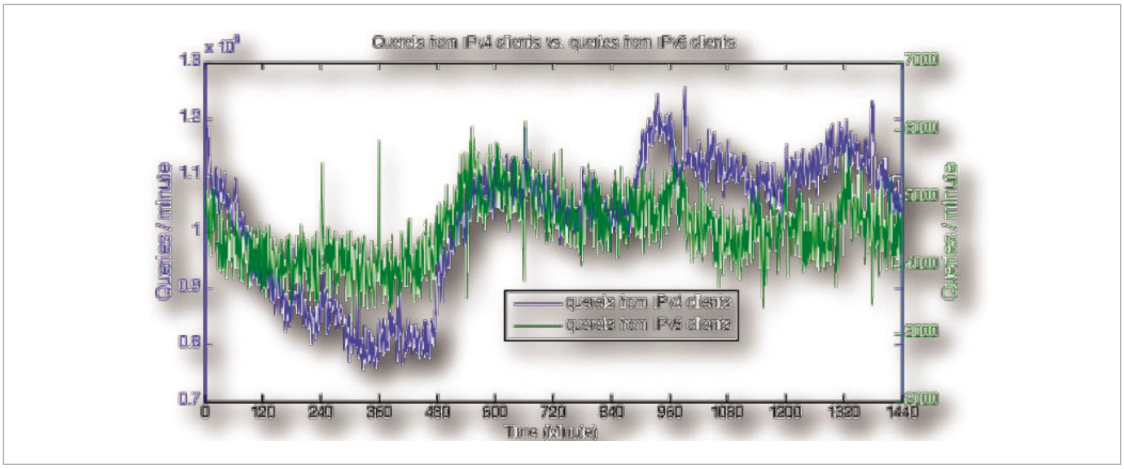


✓ CN IPv6 resolution제공('04.3)

※ a.dns.cn AAAA IPv6 address = 2001:dc7::1, d.dns.cn AAAA IPv6 address = 2001:dc7:1000::1

✓ 10 global DNS 노드 중 3개 Dual-stack지원(베이징, 홍콩, 캘리포니아)

[그림 6-5] CN의 IPv4와 IPv6 쿼리 비교



✓ IPv6 도메인 등록 제공('08)

✓ CN의 IPv6 질의수는 IPv4의 질의수와 비교하며 1:286 수준을 보임

※ IPv4 쿼리수 : 1,627,295,068 , IPv6 쿼리수 : 5,686,447

✓ 2G, 3G네트워크의 IPv6 적용은 제조사와 GGSN 미지원하고 있으며 LTF의 경우 IPv6 지원을 적극 추진할 계획

※ 2015년 중국 내 LTE 사용자가 3억명으로 추정

❖ IPv6 적용 이슈 및 분석 제안(Tina Tsou)

✓ IPv4에서 IPv6로 전환 이슈

분류	검토사항
CPE	• 전환 단계 규정 • 고객사용 prefix 길이 • IPv6 전환중 legacy CPE의 지원
높은 가용성	• IPv6에서의 높은 가용성 • 사용가능한 기술 • Application 대체가능성(IPv6 to IPv4) • 선택된 전환 기술에 대한 높은 가용성
DNS	• IPv6에서의 Reverse DNS 지원 • DDNS사용시 IPv6 CPE 관리
Application	• Application과 네트워크 목적지간 프로토콜 버전 불일치 • Nat를 위한 ALG가 필요
네트워크 보안	• IPv6를 지원하지 않을 때 IPv4의 위험 • 새로운 IPv6 보안 위험
서비스연속성	• 전환 기술의 선택

✓ IPv6전환은 존재하는 네트워크 IPv6기술(DS, 6RD, DS-LITE, 6PE, L2TP, 6to4)과 IP주소 부족 관리기술(NAT444, NAT64, NAT44, PNAT, IVI, NAT-PT)을 사용하여 단계적으로 진행

✓ IPv6전환은 네트워크의 투자, 가능한 전환비용 그리고 네트워크의 안전성 확보 및 지속가능한 IPv6산업의 성장이 동반되어야 하며 서비스 제공과 가입자의 사용이 지속되어야 함

※ 백본네트워크의 경우 안정화된 Dual Stack이나 6PE/6VPE로 구축하며 Metro 네트워크의 경우 Dual stack, DS-Lite, 6rd, NAT444을 사용

6 mif(Mutiple Interfaces) WG

소 개
멀티 인터페이스 환경에서의 식별체계에 관한 이슈를 조사하고 해결하기 위한 워킹그룹

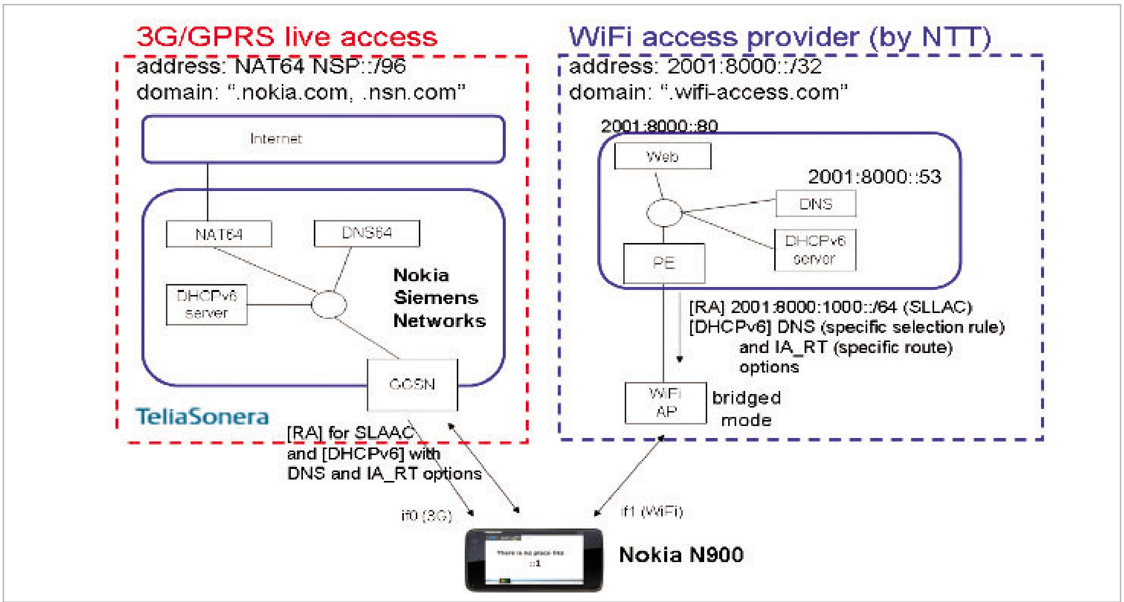
❖ Muti-Homed 노드들의 DNS 선택에 관한 향상된 기능 draft제안

✓ Prefix/suffix 필드로 나누어져 있던 필드를 제거하고 reverse lookup이 가능한 'ipv6.arpa' bit를 추가

※ 멀티 인터페이스 환경 구현을 위해 Nokia N900을 사용한 3G, WIFI환경에서의 DHCPv6 server, client 접속 및 IPv6 할당 시연

✓ Pv6지원 단말은 현재 Nokia N900, 블랙베리에서 지원하고 있으며 퀄컴의 지원여부는 확인 필요

[그림 6-6] IPv6기반 3G/WiFi 환경에서의 DNS를 이용한 단말접속 구성



제7장

차세대인터넷주소(IPv6) 전환 추진계획 주요내용

1. 수립배경

□ **최근 유무선통합서비스 제공, 스마트 폰 보급 확산 등에 따른 무선인터넷서비스 활성화로 인해 인터넷주소(IP) 수요가 급증**

※ '10년 국내 IP주소는 전년 상반기 대비 2배 증가(550만개→1100만개)하였으며, 2010년도 총 IP주소 수요는 3,000만개로 예측 (KISA, '10. 5월)

❖ 향후 10년 내 사물지능통신의 활성화, 클라우드 컴퓨팅, 홈네트워크서비스 등 1,000억대 이상의 기기들이 인터넷에 연결될 것으로 전망 (벨연구소, '10.5월)

□ **이에따라, 現 인터넷주소(IPv4)의 할당 종료 시점이 빠르게 진행('12년→11년 6월)되어, 국제기구(ICANN, APEC), 미국, 일본 등 주요국, 구글, 페이스북 등 글로벌 사업자들도 차세대 인터넷주소(IPv6) 본격 도입 추진 중**

※ 전세계 인터넷주소(IPv4)는 43억개로 최근 IP 수요증가 추세로 볼 때 신규대응 불가능

※ IPv6 주소는 총 2128개로 '98년 IETF(국제인터넷기술표준화기구)에서 IPv4 주소 부족 문제 해소와 무한대의 IP 주소 공급을 위해 개발한 차세대 인터넷주소

□ **IPv6 전환은 스마트 모바일 기반의 N-screen 응용서비스를 제공, 지금보다 1,000억개 이상의 개별**

인터넷 주소를 필요로 하는 다양한 미래인터넷 서비스 제공에 있어 필수 불가결의 요소

❖ 스마트그리드, 스마트빌딩, 사물지능통신(M2M : Machine-to-Machine, IoT : Internet of Things) 등 새로운 네트워크 융합 서비스 환경에서의 다양한 Smart 서비스 기반 제공

❖ 또한, IPv6 기반으로 열리는 미래인터넷 인프라 구축과 관련된 글로벌 네트워크 장비시장을 선점할 필요

※ 세계 네트워크 장비시장 규모(965억달러('09)→1,043억달러('13) 증가 예측(IDC, '09)

◇ 따라서, 現 인터넷주소(IPv4) 할당 종료시점이 가시화되고 있고, 차세대 인터넷서비스의 체계적인 준비를 위해 지금부터 본격적인 IPv6 전환 가속화 필요

2. 추진경과 · 실적 및 국제동향

□ **(추진경과 및 실적) IPv6 전환계획 수립, 연구개발, 시범사업 등을 통해 IPv6 전환기반 마련**

❖ 3차례 "IPv6 보급촉진 기본계획"을 수립하여 IPv6 전환 기반 마련

※ "IPv6 보급촉진 기본계획 I('04년)", "IPv6 보급촉진 기본계획 II ('07년)", "인터넷주소자원에 관한 기본계획('08년)"을 수립

❖ '04년부터 IPv6기반 라우터, 망관리서버, 보안장비 등 IPv6 기술개발

❖ 6NGIX, 6KANET 등 IPv6 연동 네트워크 인프라 구축

※ 6NGIX(IPv6 Next Generation Internet Exchange) : IPv6 기반 인터넷교환노드

※ 6KANET(IPv6 Korea Advanced Network) : IPv6 기반 가입자망

❖ IPv6 전환 시범사업 등을 통해 ISP 백본망 등 IPv6 전환율 제고

✓ ISP는 백본망 IPv6 적용장비 교체율(약 71%)은 매우 높은 편이나 IPv6 수요가 적어 가입자망 적용은 낮은 수준(27%)

✓ 공공기관은 IPv6 시범사업 등을 통해 IPv6장비 교체율이 약 47%

✓ 포털, 온라인쇼핑 등 인터넷서비스 업체와 기업 등은 IPv6 전환율이 낮음

❖ (국제동향) 국제기구, 미국, 일본, 중국 등 대부분의 국가들이 차세대인터넷주소(IPv6) 기반의 미래 인터넷서비스 창출을 위한 'IPv6 전환계획 수립', 시범사업 등 액션플랜 준비 중

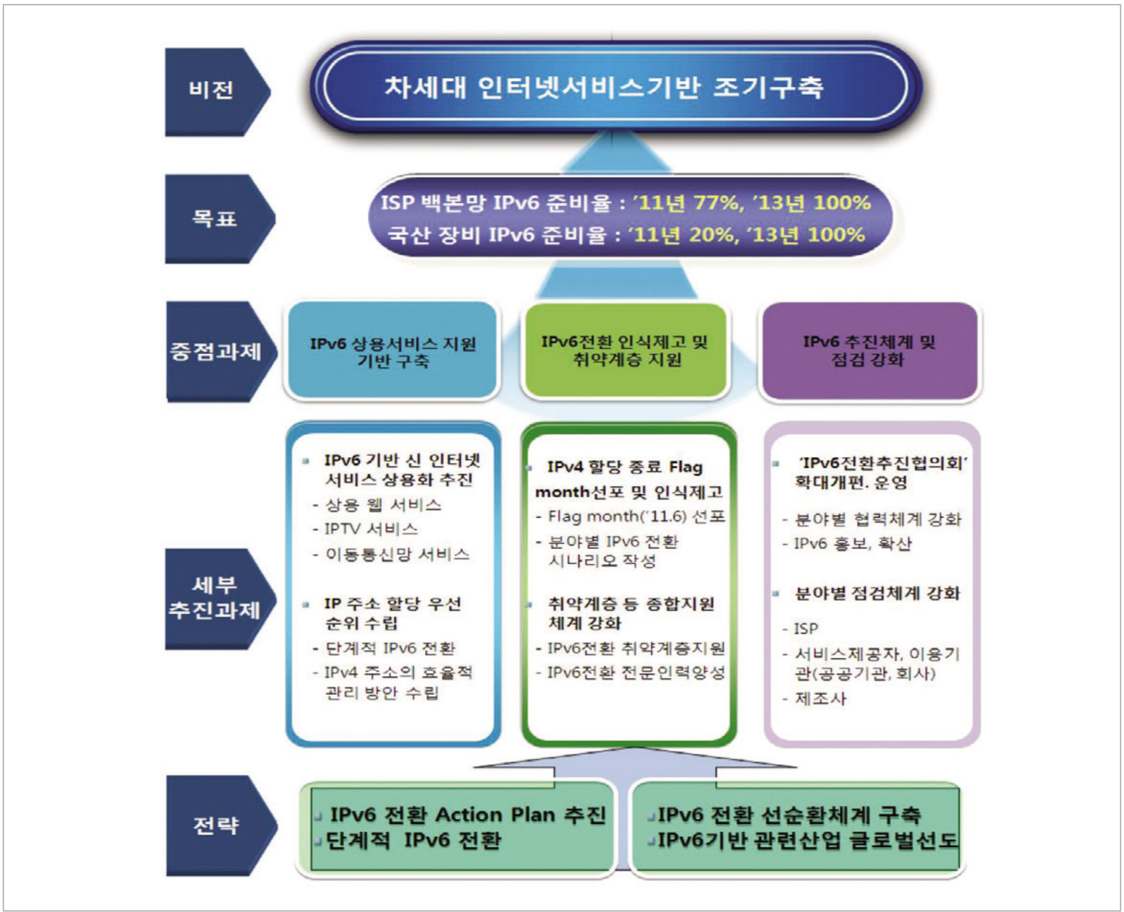
❖ 국제기구인 APEC, ICANN, IGF, IPv6국제포럼 등도 IPv6 전환 이슈 및 "IPv6 Action Plan" 마련에 대해 활발한 논의 진행

❖ (미국) 구글, 페이스북 등 글로벌 사업자들도 인터넷서비스에 IPv6를 도입, 콤캐스트는 '10.1월부터 미국 전역에 IPv6 시범서비스 개시

❖ (일본) '12년까지 IPv6 전환을 목표로 'IPv6 실행계획'을 수립('08년)하고, ISP는 '11년까지 자체적으로 IPv6 체계를 완료토록 권고

❖ (중국) '08년 북경올림픽 IPv6 시범사업, '10년까지 IPv6 백본망구축, '11년 유니버시아드 IPv6 체계 응용서비스 플랫폼 구축 추진

[그림 7-1] 차세대 인터넷 주소 비전 및 추진 전략



3. 비전 및 추진전략

□ 비전

□ 추진전략

◎ (IPv6 전환 Action Plan 추진) 그동안 기술개발, 시범사업 등을 통해 구축된 IPv6 인프라 기반으로 분야별 'Action Plan'을 마련하여 체계적 IPv6 전환 이행

❖ (단계적 IPv6 전환) IPv6 수요, 투자비용 및 전환기술 등을 고려한 IPv4 → IPv4 · IPv6 →

IPv6로의 단계적인 전환 추진

❖ (IPv6 전환 선순환체계 구축) IPv6 전환을 ISP 백본망 중심에서 인터넷서비스 전주기(全週期 : 네트워크-응용서비스 등)를 IPv6 기반으로 확대할 수 있도록 선순환 체계를 구축

❖ (IPv6 기반 인터넷산업 글로벌 선도) IPv6 기반 차세대 인터넷서비스 진입기반을 조기에 구축하여 미래인터넷서비스의 글로벌 선도기반 확보

4. 주요 정책과제

4.1 IPv6 전환 상용서비스 지원기반 구축

□ **IPv6 기반 인터넷서비스 상용화 추진**

❖ IPv6 기반 상용 웹 서비스(DNS, 메일), IPTV 서비스(IPTV 기반 웹접속, 게임몰 등), 3G 이동통신서비스 제공을 추진하여 이용자 확대 및 관련 장비시장 활성화 등 선순환 구조 확립

✓ 금년 중 분야별 시범사업을 완료하고, '11년부터 본격적 상용화 추진

※ 시범사업 : "IPv6기반 인터넷 웹서비스 구축", "IPv6기반 그린 IPTV 클라우드서비스 테스트 플랫폼 구축", "IPv6기반 모바일서비스 구축" 등 3개 사업

□ **IPv4 신규할당 종료에 따른 IP 주소 할당 우선순위 수립**

❖ 인터넷서비스별 중요도, 운영환경 등을 고려하여 단계적 IPv6 전환 추진

✓ 가입자 증가가 감소하는 전화선기반 데이터통신망, 전력제어통신 등 안정성이 요구되는 국가 주요통신망은 당분간 IPv4 유지

✓ 스마트모바일 등 신규 IP수요가 많은 서비스는 IPv4/IPv6를 혼용

✓ 새로 구축되는 LTE 등 차세대 이동통신망은 초기부터 IPv6 체계로 구축

4.2 IPv6 전환 인식제고 및 취약계층 지원

□ (IPv4 할당종료시점(Flag Month) 선포) 국내 IPv4 신규할당 중지 시점을 '11.6월로 선포' 하고 IPv6 전환 서비스 분야별 대응 시나리오 마련

❖ 국제인터넷주소(IP) 할당기관인 ICANN의 IPv4 신규할당 종료 시점 ('11.6월) 이후에는 우리나라도 정상적인 IPv4 할당이 어려운 점을 감안하여 '11.6월을 IPv4 할당종료 시점인 Flag Month로 선포

□ (IPv6 전환 취약계층 등 지원체계 강화) IPv6 전환 취약계층(중소ISP, 콘텐츠사업자 등) 대상 기술컨설팅, 테스트 지원 등 종합지원체계 강화

❖ (IPv6 전환 전문인력 양성) IPv6 도입을 위한 수요자의 수준별(기초실무, 네트워크관리, IPv6 적용 등) 기술교육 실시('13년까지 약 2,400명)

4.3 IPv6 추진체계 및 점검 강화

□ IPv6 전환 추진체계 강화 : 'IPv6 전환추진협의회' 확대 개편

❖ 그간 ISP 백본망 위주의 IPv6 전환 준비율 제고를 위해 정부와 ISP 중심으로 "IPv6 전환추진협의회"를 구성하여 운용해 왔으나

✓ 인터넷서비스 전주기(全週期: 네트워크–응용서비스)에 IPv6를 적용하기 위해 포털, 장비제조사, CATV사업자, 보안업체 등을 참여시켜 IPv6 전환 확산, 홍보 등을 강화

※ IPv6 전환추진협의회 확대 : 정부 · 연구계 · 학계 · ISP → 포털, 제조사, 보안, 케이블ISP 추가

□ 분야별 목표 설정 및 점검체계 강화

❖ IPv6 전환을 체계적으로 이행하기 위해 ISP, 서비스제공자(포털, 전자상거래), 비즈니스이용

자(민간 · 공공기관), 제조사(HW · SW) 등 분야별로 IPv6 목표치 설정 및 점검관리

❖ ISP의 경우 IPv6 전환을 ’13년까지 백본망 100%, 가입자망 45%까지 전환하고, IPv6기반 인터넷접속서비스의 활성화 및 6NGIX 연동을 강화

※ 6NGIX(IPv6 Next Generation Internet eXchange) : 국내외 ISP의 IPv6 트래픽 교환기

❖ 인터넷서비스제공자, 비즈니스 이용기관

✓ 많은 국민들이 이용하는 포털, 온라인쇼핑몰 등 주요 100대 웹사이트(일평균방문자 기준)에 IPv6 적용을 유도하여 타 사이트 파급효과 극대화

✓ 공공부문 IPv6 도입 강화를 위해 정부통합전산센터, 주요 공공기관 IPv6 전환 준비율 제고

※ 금년 중 정부통합전산센터 내 설비에 대한 IPv6 전환수요 조사 및 전환대책 수립

❖ 국내 네트워크장비 제조사는 ’13년까지 100% IPv6를 장비에 적용토록 추진하고, IPv6 네트워크 설계에 필수적인 장비들을 IPv6 시험인증 획득 유도

5. 기대효과

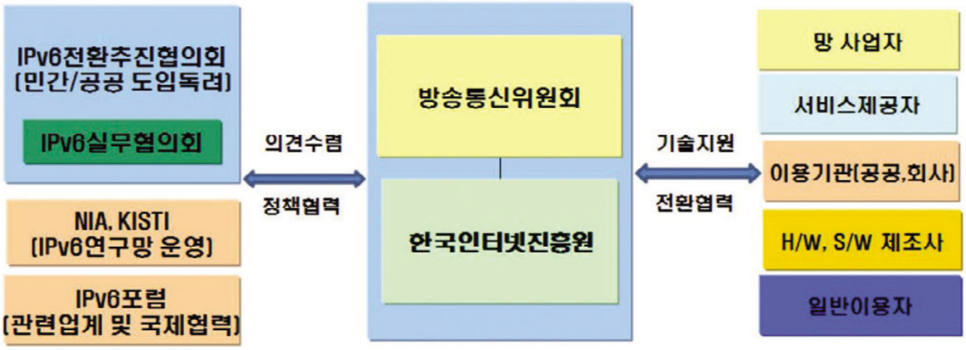
❖ (미래 인터넷서비스 기반 구축) IPv6 기반 사물지능통신서비스, 모바일 기반 새로운 인터넷서비스 사업 창출 기회를 제공

❖ (글로벌 인터넷시장 선점) IPv6 기술개발 · 장비보급 · 망구축 · 단말 · 콘텐츠 · 서비스로 이어지는 ICT 선순환 체계 기반을 구축하여 미래 Smart 인터넷 기반 조성 관련 서비스 및 장비시장 선점

❖ (다양한 인터넷서비스 욕구 충족) IPv6기반 뉴스, 날씨, 소셜네트워킹 등 생활밀착형 융합서비스를 보다 편리하게 이용 가능한 환경을 조성

6. 추진체계 및 소요예산

❖ 추진체계



❖ 소요예산 및 추정비용[15)]

	구 분	'10	'11	'12	'13	합계
정부지원 예산[16)]	IPv6 시범사업 운영	25	–	–	–	25
	IPv6 상용화 지원체계 구축(망접속지원, 컨설팅 등)	—	10	10	10	30
	IPv6 연동망 기반 서비스 시험 및 연구활성화		6	6	6	21
	IPv6 보급촉진 기반구축(인력양성, 홍보 등)	8	4	4	4	20
	소계	36	20	20	20	96
ISP,공공[17)]	관련 장비 대개체 추정비용	608	1,217	1,825	2,250	5,900
계		644	1,237	1,845	2,270	5,996

15) IPv6 전환 추정비용은 주요 ISP와 공공기관의 전체 네트워크설비 교체에 소요되는 비용으로 'IPv6 도입실태 조사결과' ('09, 서울대)에 따르면 투자비는 약 1조 1,800억원으로 추정 (향후 10년간 장비 대·개체 비용)
– 상기 비용은 현 IPv4 설비의 내용년수 만료에 따른 자연교체 등 장기적 분산 투자 예상
16) 정부의 'IPv6 전환확산사업' 예산으로 '10년은 확정예산이며, '11년 이후는 소요제기 예산 기준임
17) IPV6 지원장비 교체비용(1조 1,800억원)중 '13년까지 총 비용의 50% 투입을 예상하여 추정된 금액

제8장

IPv6 관련 RFC 표준문서 목록

1. IPv6 기본 프로토콜 문서

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC1809	Using the Flow Label Field in IPv6	1995. 6	-	Informational
RFC1881	IPv6 Address Allocation Management	1995. 12	-	Informational
RFC1883	Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification	1995. 12	Obsoleted by RFC2460	Proposed Standard
RFC1884	IP Version 6 Addressing Architecture	1995. 12	Obsoleted by RFC2373	Historic
RFC1885	Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6)	1995. 12	Obsoleted by RFC2463	Proposed Standard
RFC1886	DNS Extensions to support IP version 6	1995. 12	Obsoleted by RFC3596, Updated by RFC2874, RFC3152	Proposed Standard
RFC1887	An Architecture for IPv6 Unicast Address Allocation	1995. 12	-	Informational
RFC1888	OSI NSAPs and IPv6	1996. 8	Obsoleted by RFC4048, Updated by RFC4548	Historic
RFC1897	IPv6 Testing Address Allocation	1996. 1	Obsoleted by RFC2471	Experimental
RFC1924	A Compact Representation of IPv6 Addresses	1996. 4	-	Informational
RFC1970	Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)	1996. 8	Obsoleted by RFC2461	Proposed Standard
RFC1971	IPv6 Stateless Address Autoconfiguration	1996. 8	Obsoleted by RFC2462	Proposed Standard
RFC1972	A Method for the Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks	1996. 8	Obsoleted by RFC2464	Proposed Standard
RFC1981	Path MTU Discovery for IP version 6	1996. 8	Errata	Draft Standard

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC2019	Transmission of IPv6 Packets Over FDDI	1996. 10	Obsoleted by RFC2467	Proposed Standard
RFC2023	IP Version 6 over PPP	1996. 10	Obsoleted by RFC2472	Proposed Standard
RFC2030	Simple Network Time Protocol (SNTP) Version 4 for IPv4, IPv6 and OSI	1996. 10	Obsoletes RFC1769, Obsoleted by RFC4330, Errata	Informational
RFC2073	An IPv6 Provider-Based Unicast Address Format	1997. 1	Obsoleted by RFC2374	Proposed Standard
RFC2080	RIPng for IPv6	1997. 1	-	Proposed Standard
RFC2081	RIPng Protocol Applicability Statement	1997. 1	-	Informational
RFC2133	Basic Socket Interface Extensions for IPv6	1997. 4	Obsoleted by RFC2553	Informational
RFC2147	TCP and UDP over IPv6 Jumbograms	1997. 5	Obsoleted by RFC2675	Proposed Standard
RFC2205	Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification	1997. 9	Updated by RFC2750, RFC3936, RFC4495	Proposed Standard
RFC2292	Advanced Sockets API for IPv6	1998. 2	Obsoleted by RFC3542	Informational
RFC2365	Administratively Scoped IP Multicast	1998. 7	-	Best Current Practice
RFC2373	IP Version 6 Addressing Architecture	1998. 7	Obsoletes RFC1884, Obsoleted by RFC3513, Errata	Proposed Standard
RFC2374	An IPv6 Aggregatable Global Unicast Address Format	1998. 7	Obsoletes RFC2073, Obsoleted by RFC3587	Historic
RFC2375	IPv6 Multicast Address Assignments	1998. 7	-	Informational
RFC2450	Proposed TLA and NLA Assignment Rule	1998. 12	-	Informational
RFC2452	IP Version 6 Management Information Base for the Transmission Control Protocol	1998. 12	Obsoleted by RFC4022	Proposed Standard
RFC2454	IP Version 6 Management Information Base for the User Datagram Protocol	1998. 12	Obsoleted by RFC4113	Historic
RFC2460	Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification	1998. 12	Obsoletes RFC1883, Updated by RFC5095, RFC5722, RFC5871	Draft Standard
RFC2461	Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)	1998. 12	Obsoletes RFC1970, Obsoleted by RFC4861, Updated by RFC4311	Draft Standard
RFC2462	IPv6 Stateless Address Autoconfiguration	1998. 12	Obsoletes RFC1971, Obsoleted by RFC4862Errata	Draft Standard

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC2463	Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification	1998. 12	Obsoletes RFC1885, Obsoleted by RFC4443	Draft Standard
RFC2464	Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks	1998. 12	Obsoletes RFC1972, Errata	Proposed Standard
RFC2465	Management Information Base for IP Version 6: Textual Conventions and General Group	1998. 12	Obsoleted by RFC4293	Proposed Standard
RFC2466	Management Information Base for IP Version 6: ICMPv6 Group	1998. 12	Obsoleted by RFC4293	Proposed Standard
RFC2467	Transmission of IPv6 Packets over FDDI Networks	1998. 12	Obsoletes RFC2019	Proposed Standard
RFC2470	Transmission of IPv6 Packets over Token Ring Networks	1998. 12	-	Proposed Standard
RFC2471	IPv6 Testing Address Allocation	1998. 12	Obsoletes RFC1897, Obsoleted by RFC3701	Historic
RFC2472	IP Version 6 over PPP	1998. 12	Obsoletes RFC2023, Obsoleted by RFC5072, RFC5172	Proposed Standard
RFC2473	Generic Packet Tunneling in IPv6 Specification	1998. 12	-	Proposed Standard
RFC2474	Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers	1998. 12	Obsoletes RFC1455, RFC1349, Updated by RFC3168, RFC3260	Proposed Standard
RFC2491	IPv6 over Non-Broadcast Multiple Access (NBMA) networks	1999. 1	-	Proposed Standard
RFC2492	IPv6 over ATM Networks	1999. 1	Errata	Proposed Standard
RFC2497	Transmission of IPv6 Packets over ARCnet Networks	1999. 1	-	Proposed Standard
RFC2507	IP Header Compression	1999. 2	-	Proposed Standard
RFC2508	Compressing IP/UDP/RTP Headers for Low-Speed Serial Links	1999. 2	-	Proposed Standard
RFC2526	Reserved IPv6 Subnet Anycast Addresses	1999. 3	-	Proposed Standard
RFC2545	Use of BGP-4 Multiprotocol Extensions for IPv6 Inter-Domain Routing	1999. 3	-	Proposed Standard
RFC2553	Basic Socket Interface Extensions for IPv6	1999. 3	Obsoletes RFC2133, Obsoleted by RFC3493, Updated by RFC3152	Informational
RFC2590	Transmission of IPv6 Packets over Frame Relay Networks Specification	1999. 5	-	Proposed Standard
RFC2675	IPv6 Jumbograms	1999. 8	Obsoletes RFC2147, Errata	Proposed Standard

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC2710	Multicast Listener Discovery (MLD) for IPv6	1999. 10	Updated by RFC3590, RFC3810	Proposed Standard
RFC2711	IPv6 Router Alert Option	1999. 10	-	Proposed Standard
RFC2732	Format for Literal IPv6 Addresses in URL's	1999. 12	Obsoleted by RFC3986, Updates RFC2396, Errata	Proposed Standard
RFC2740	OSPF for IPv6	1999. 12	Obsoleted by RFC5340, Errata	Proposed Standard
RFC2780	IANA Allocation Guidelines for Values In the Internet Protocol and Related Headers	2000. 3	Updated by RFC4443, RFC5237, RFC5771	Best Current Practice
RFC2874	DNS Extensions to Support IPv6 Address Aggregation and Renumbering	2000. 7	Updates RFC1886, Updated by RFC3152, RFC3226, RFC3363, RFC3364	Experimental
RFC2894	Router Renumbering for IPv6	2000. 8	-	Proposed Standard
RFC2928	Initial IPv6 Sub-TLA ID Assignments	2000. 9	-	Informational
RFC2960	Stream Control Transmission Protocol	2000. 10	Obsoleted by RFC4960, Updated by RFC3309	Proposed Standard
RFC3019	IP Version 6 Management Information Base for The Multicast Listener Discovery Protocol	2001. 1	Obsoleted by RFC5519	Proposed Standard
RFC3041	Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6	2001. 1	Obsoleted by RFC4941	Proposed Standard
RFC3095	RObust HeaderCompression (ROHC) : Framework and four profiles: RTP, UDP, ESP, and uncompressed	2001. 7	Updated by RFC3759, RFC4815	Proposed Standard
RFC3111	Service Location Protocol Modifications for IPv6	2001. 5	-	Proposed Standard
RFC3122	Extensions to IPv6 Neighbor Discovery for Inverse Discovery Specification	2001. 6	-	Proposed Standard
RFC3123	A DNS RR Type for Lists of Address Prefixed (APLRR)	2001. 6	-	Experimental
RFC3146	Transmission of IPv6 Packets over IEEE 1394 Networks	2001. 10	-	Proposed Standard
RFC3152	Delegation of IPv6.ARPA	2001. 8	Obsoleted by RFC3596, Updates RFC2874, RFC2772, RFC2766, RFC2553, RFC1886	Best Current Practice
RFC3162	RADIUS and IPv6	2001. 8	Errata	Proposed Standard
RFC3175	Aggregation of RSVP for IPv4 and IPv6 Reservations	2001. 9	Updated by RFC5350	Proposed Standard

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC3177	IAB/IESG Recommendations on IPv6 Address Allocations to Sites	2001. 9	-	Informational
RFC3178	IPv6 Multihoming Support at Site Exit Routers	2001. 10	-	Informational
RFC3226	DNSSEC and IPv6 A6 aware server/resolver message size requirements	2001. 12	Updates RFC2535, RFC2874, Updated by RFC4033, RFC4034, RFC4035	Proposed Standard
RFC3241	Robust Header Compression (ROHC) over PPP	2002. 4	Updates RFC1332, Updated by RFC4815	Proposed Standard
RFC3261	SIP : Session Initiation Protocol	2002. 6	Obsoletes RFC2543, Updated by RFC3265, RFC3853, RFC4320, RFC4916, RFC5393, RFC5621, RFC5626, RFC5630, RFC5922 Errata	Proposed Standard
RFC3266	Support for IPv6 in Session Description Protocol (SDP)	2002. 6	-	Proposed Standard
RFC3306	Unicast-Prefix-based IPv6 Multicast Addresses	2002. 8	Updated by RFC3956, RFC4489	Proposed Standard
RFC3307	Allocation Guidelines for IPv6 Multicast Addresses	2002. 8	-	Proposed Standard
RFC3315	Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)	2003. 7	Updated by RFC4361, RFC5494 Errata	Proposed Standard
RFC3316	Internet Protocol Version 6 (IPv6) for Some Second and Third Generation Cellular Hosts	2003. 4	-	Informational
RFC3319	Dynamic Host Configuration Protocol (DHCPv6) Options for Session Initiation Protocol (SIP) Servers	2003. 4	-	Proposed Standard
RFC3363	Representing Internet Protocol version 6 (IPv6) Addresses in the Domain Name System (DNS)	2002. 8	Updates RFC2673, RFC2874	Informational
RFC3364	Tradeoffs in Domain Name System (DNS) Support for Internet Protocol version 6 (IPv6)	2002. 8	Updates RFC2673, RFC2874, Errata	Informational
RFC3484	Default Address Selection for Internet Protocol version 6 (IPv6)	2003. 2	-	Proposed Standard
RFC3493	Basic Socket Interface Extensions for IPv6	2003. 2	Obsoletes RFC2553	Informational
RFC3513	Internet Protocol Version 6 (IPv6) Addressing Architecture	2003. 4	Obsoletes RFC2373, Obsoleted by RFC4291	Proposed Standard
RFC3531	A Flexible Method for Managing the Assignment of Bits of an IPv6 Address Block	2003. 4	-	Informational
RFC3542	Advanced Sockets Application Program Interface (API) for IPv6	2003. 5	Obsoletes RFC2292 Errata	Informational
RFC3561	Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing	2003. 7	-	Experimental

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC3572	Internet Protocol Version 6 over MAPOS (Multiple Access Protocol Over SONET/SDH)	2003. 7	-	Informational
RFC3582	Goals for IPv6 Site-Multihoming Architectures	2003. 8	-	Informational
RFC3587	IPv6 Global Unicast Address Format	2003. 8	Obsoletes RFC2374	Informational
RFC3590	Source Address Selection for the Multicast Listener Discovery (MLD) Protocol	2003. 9	Updates RFC2710	Proposed Standard
RFC3595	Textual Conventions for IPv6 Flow Label	2003. 9	-	Proposed Standard
RFC3596	DNS Extensions to Support IP Version 6	2003. 10	Obsoletes RFC3152, RFC1886	Draft Standard
RFC3626	Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)	2003. 10	-	Experimental
RFC3627	Use of /127 Prefix Length Between Routers Considered Harmful	2003. 9	Errata	Informational
RFC3633	IPv6 Prefix Options for Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) version 6	2003. 12	Errata	Proposed Standard
RFC3646	DNS Configuration options for Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)	2003. 12	-	Proposed Standard
RFC3678	Socket Interface Extensions for Multicst Source Filters	2004. 1	Errata	Informational
RFC3684	Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding (TBRPF)	2004. 2	-	Experimental
RFC3697	IPv6 Flow Label Specification	2004. 3	-	Proposed Standard
RFC3701	6bone (IPv6 Testing Address Allocation) Phaseout	2004. 3	Obsoletes RFC2471	Informational
RFC3736	Stateless Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Service for IPv6	2004. 5	-	Proposed Standard
RFC3756	IPv6 Neighbor Discovery (ND) Trust Models and Threats	2004. 5	Errata	Informational
RFC3769	Requirements for IPv6 Prefix Delegation	2004. 6	-	Informational
RFC3810	Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6	2004. 6	Updates RFC2710, Updated by RFC4604	Proposed Standard
RFC3831	Transmission of IPv6 Packets over Fibre Channel	2004. 7	Obsoleted by RFC4338	Proposed Standard
RFC3849	IPv6 Address Prefix Reserved for Documentation	2004. 7	-	Informational
RFC3879	Deprecating Site Local Addresses	2004. 11	-	Proposed Standard

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC3898	Network Information Service (NIS) Configuration Options for Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)	2004. 10	-	Proposed Standard
RFC3901	DNS IPv6 Transport Operational Guidelines	2004. 9	-	Best Current Practice
RFC3919	Remote Network Monitoring (RMON) Protocol Identifiers for IPv6 and Multi Protocol Label Switching (MPLS)	2004. 10	-	Informational
RFC3956	Embedding the Rendezvous Point (RP) Address in an IPv6 Multicast Address	2004. 11	Updates RFC3306	Proposed Standard
RFC3974	SMTP Operational Experience in Mixed IPv4/v6 Environments	2005. 1	-	Informational
RFC3986	Uniform Resource Identifier (URI) : Generic Syntax	2005. 1	Obsoletes RFC2732, RFC2396, RFC1808, Updates RFC1738 Errata	Standard
RFC4007	IPv6 Scoped Address Architecture	2005. 3	-	Proposed Standard
RFC4022	Management Information Base for the Transmission Control Protocol (TCP)	2005. 3	Obsoletes RFC2452, RFC2012	Proposed Standard
RFC4023	Encapsulating MPLS in IP or Generic Routing Encapsulation (GRE)	2005. 3	Updated by RFC5332	Proposed Standard
RFC4029	Scenarios and Analysis for Introducing IPv6 into ISP Networks	2005. 3	Errata	Informational
RFC4048	RFC1888 Is Obsolete	2005. 4	Obsoletes RFC1888, Updated by RFC4548, Errata	Informational
RFC4057	IPv6 Enterprise Network Scenarios	2007. 6	Errata	Informational
RFC4074	Common Misbehavior Against DNS Queries for IPv6 Addresses	2005. 5	-	Informational
RFC4075	Simple Network Time Protocol (SNTP) Configuration Option for DHCPv6	2005. 5	-	Proposed Standard
RFC4076	Renumbering Requirements for Stateless Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)	2005. 5	-	Informational
RFC4113	Management Information Base for the User Datagram Protocol (UDP)	2005. 6	Obsoletes RFC2454, RFC2013 Errata	Proposed Standard
RFC4135	Goals of Detecting Network Attachment in IPv6	2005. 8	-	Informational
RFC4147	Proposed Changes to the Format of the IANA IPv6 Registry	2005. 8	Errata	Informational
RFC4159	Deprecation of ip6.int	2005. 8	-	Best Current Practice
RFC4177	Architectural Approaches to Multi-homing for IPv6	2005. 9	-	Informational

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC4191	Default Router Preferences and More-Specific Routes	2005. 11	Errata	Proposed Standard
RFC4192	Procedures for Renumbering an IPv6 Network without a Flag Day	2005. 9	Updates RFC2072	Informational
RFC4193	Unique Local IPv6 Unicast Addresses	2005. 10	-	Proposed Standard
RFC4213	Basic Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers	2005. 10	Obsoletes RFC2893 Errata	Proposed Standard
RFC4219	Things Multihoming in IPv6 (MULTI6) Developers Should Think About	2005. 10	-	Informational
RFC4220	Traffic Engineering Link Management Information Base	2005. 11	-	Proposed Standard
RFC4242	Information Refresh Time Option for Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)	2005. 11	-	Proposed Standard
RFC4291	IP Version 6 Addressing Architecture	2006. 2	Obsoletes RFC3513, Errata	Draft Standard
RFC4292	IP Forwarding Table MIB	2006. 4	Obsoletes RFC2096	Proposed Standard
RFC4293	Management Information Base for the Internet Protocol (IP)	2006. 4	Obsoletes RFC2011, RFC2465, RFC2466, Errata	Proposed Standard
RFC4294	IPv6 Node Requirements	2006. 4	Updates RFC3306	Informational
RFC4311	IPv6 Host-to-Router Load Sharing	2005. 11	Updates RFC2461	Proposed Standard
RFC4330	Simple Network Time Protocol (SNTP) Version 4 for IPv4, IPv6 and OSI	2006. 1	Obsoletes RFC2030, RFC1769, Obsoleted by RFC5905 Errata	Informational
RFC4338	Transmission of IPv6, IPv4, and Address Resolution Protocol (ARP) Packets over Fibre Channel	2006. 1	Obsoletes RFC3831, RFC2625, Updated by RFC5494	Proposed Standard
RFC4339	IPv6 Host Configuration of DNS Server Information Approaches	2006. 2	Errata	Informational
RFC4362	Robust Header Compression (ROHC): A Link-Layer Assited Profile for IP/UDP/RTP	2006. 1	Obsoletes RFC3242, Updated by RFC4815	Proposed Standard
RFC4392	IP over InfiniBand (IPoIB) Architecture	2006. 4	-	Informational
RFC4429	Optimistic Duplicate Address Detection (DAD) for IPv6	2006. 4	Errata	Proposed Standard
RFC4443	Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification	2006. 3	Obsoletes RFC2463, Updates RFC2780, Updated by RFC4884Errata	Draft Standard
RFC4444	Management Information Base for Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)	2006. 4	Errata	Proposed Standard

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC4477	Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP): IPv4 and IPv6 Dual-Stack Issues	2006. 5	-	Informational
RFC4489	A Method for Generating Link-Scoped IPv6 Multicast Addresses	2006. 4	Updates RFC3306	Proposed Standard
RFC4554	Use of VLANs for IPv4-IPv6 Coexistence in Enterprise Networks	2006. 6	-	Informational
RFC4580	Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6) Relay Agent Subscriber-ID Option	2006. 6	-	Proposed Standard
RFC4601	Protocol Independent Multicast - Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification (Revised)	2006. 8	Obsoletes RFC2362, Updated by RFC5059, RFC5796 Errata	Proposed Standard
RFC4602	Protocol Independent Multicast - Sparse Mode (PIM-SM) IETF Proposed Standard Requirements Analysis	2006. 8	-	Informational
RFC4604	Using Internet Group Management Protocol Version 3 (IGMPv3) and Multicast Listener Discovery Protocol Version 2 (MLDv2) for Source-Specific Multicast	2006. 8	Updates RFC3376, RFC3810	Proposed Standard
RFC4607	Source-Specific Multicast for IP	2006. 8	Errata	Proposed Standard
RFC4620	IPv6 Node Information Queries	2006. 8	-	Experimental
RFC4649	Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6) Relay Agent Remote-ID Option	2006. 8	-	Proposed Standard
RFC4659	BGP-MPLS IP Virtual Private Network (VPN) Extension for IPv6 VPN	2006. 9	-	Proposed Standard
RFC4670	RADIUS Accounting Client MIB for IPv6	2006. 8	Obsoletes RFC2620Errata	Informational
RFC4671	RADIUS Accounting Server MIB for IPv6	2006. 8	Obsoletes RFC2621, Errata	Informational
RFC4676	Dynamic Host Configuration Protocol (DHCPv4 and DHCPv6) Option for CIvic Addresses Configuration Information	2006. 10	Obsoleted by RFC4776 Errata	Proposed Standard
RFC4692	Considerations on the IPv6 Host Density Metric	2006. 10	-	Informational
RFC4704	The Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6) Client Fully Qualified Domain Name (FQDN) Option	2006. 10	-	Proposed Standard
RFC4727	Experimental Values In IPv4, IPv6, ICMPv4, ICMPv6, UDP, and TCP Headers	2006. 11	-	Proposed Standard
RFC4773	Administration of the IANA Special Purpose IPv6 Address Block	2006. 12	-	Informational
RFC4776	Dynamic Host Configuration Protocol (DHCPv4 and DHCPv6) Option for CIvic Addresses Configuration Information	2006. 11	Obsoletes RFC4676, Updated by RFC5774	Proposed Standard
RFC4779	ISP IPv6 Deployment Scenarios in Broadband Access Networks	2006. 11	Errata	Informational

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC4798	Connecting IPv6 Islands over IPv4 MPLS Using IPv6 Provider Edge Routers (6PE)	2006. 12	-	Proposed Standard
RFC4815	RObust HeaderCompression (ROHC) : Corrections and Clarifications to RFC 3095	2007. 2	Updates RFC3095, RFC3241, RFC3843, RFC4019, RFC4362	Proposed Standard
RFC4818	RADIUS Delegated-IPv6-Prefix Attribute	2007. 2	-	Proposed Standard
RFC4852	IPv6 Enterprise Network Analysis - IP Layer 3 Focus	2007. 4	Errata	Informational
RFC4861	Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6)	2007. 9	Obsoletes RFC2461, Updated by RFC5942 Errata	Draft Standard
RFC4862	IPv6 Stateless Address Autoconfiguration	2007. 9	Obsoletes RFC2462	Draft Standard
RFC4862	IPv6 Stateless Address Autoconfiguration	2007. 9	Obsoletes RFC2462	Draft Standard
RFC4864	Local Network Protection for IPv6	2007. 5	-	Informational
RFC4884	Extended ICMP to Support Multi-Part Message	2007. 4	Updates RFC792, RFC4443, Errata	Proposed Standard
RFC4919	IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs): Overview, Assumptions, Problem Statement, and Goals	2007. 8	Errata	Informational
RFC4941	Privacy Extensions for Stateless Address Autoconfiguration in IPv6	2007. 9	Obsoletes RFC3041, Errata	Draft Standard
RFC4943	IPv6 Neighbor Discovery On-Link Assumption Considered Harmful	2007. 9	-	Informational
RFC4944	Transmission of IPv6 Packets over IEEE 802.15.4 Networks	2007. 9	-	Proposed Standard
RFC4960	Stream Control Transmission Protocol	2007. 9	Obsoletes RFC2960, RFC3309, Errata	Proposed Standard
RFC4968	Analysis of IPv6 Link Models for 802.16 Based Networks	2007. 8	Errata	Informational
RFC4994	DHCPv6 Relay Agent Echo Request Option	2007. 9	-	Proposed Standard
RFC4996	Robust Header Compression (ROHC): A Profile for TCP/IP (ROHC-TCP)	2007. 7	Errata	Proposed Standard
RFC5006	IPv6 Router Advertisement Option for DNS Configuration	2007. 9	-	Experimental
RFC5007	DHCPv6 Leasequery	2007. 9	-	Proposed Standard
RFC5014	IPv6 Socket API for Source Address Selection	2007. 9	-	Informational
RFC5059	Bootstrap Router (BSR) Mechanism for Protocol Independent Multicast (PIM)	2008. 1	Obsoletes RFC2362, Updates RFC4601, Errata	Proposed Standard

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC5072	IP Version 6 over PPP	2007. 9	Obsoletes RFC2472	Draft Standard
RFC5075	IPv6 Router Advertisement Flags Option	2007. 11	Obsoleted by RFC5175, Errata	Proposed Standard
RFC5095	Deprecation of Type 0 Routing Headers in IPv6	2007. 12	Updates RFC2460, RFC4294	Proposed Standard
RFC5118	Session Initiation Protocol (SIP) Torture Test Messages for Internet Protocol Version 6 (IPv6)	2008. 2	Errata	Informational
RFC5121	Transmission of IPv6 via the IPv6 Convergence Sublayer over IEEE 802.16 Networks	2008. 2	Errata	Proposed Standard
RFC5128	State of Peer-to-Peer (P2P) Communication across Network Address Translators	2008. 3	Errata	Informational
RFC5156	Special-Use IPv6 Addresses	2008. 4	-	Informational
RFC5157	IPv6 Implications for Network Scanning	2008. 3	-	Informational
RFC5172	Negotiation for IPv6 Datagram Compression Using IPv6 Control Protocol	2008. 3	Obsoletes RFC2472	Proposed Standard
RFC5175	IPv6 Router Advertisement Flags Option	v	Obsoletes RFC5075	Proposed Standard
RFC5180	IPv6 Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices	2008. 5	Errata	Informational
RFC5181	IPv6 Deployment Scenarios in 802.16 Networks	2008. 3	-	Informational
RFC5210	A Source Address Validation Architecture (SAVA) Testbed and Deployment Experience	2008. 6	-	Experimental
RFC5220	Problem Statement for Default Address Selection in Multi-Prefix Environments: Operational Issues of RFC 3484 Default Rules	2008. 7	Errata	Informational
RFC5225	RObust Header Compression Version 2 (ROHCv2): Profiles for RTP, UDP, IP, ESP, and UDP-Lite	2008. 4	Errata	Proposed Standard
RFC5237	IANA Allocation Guidelines for the Protocol Field	2008. 2	Updates RFC2780	Best Current Practice
RFC5308	Routing IPv6 with IS-IS	2008. 10	-	Proposed Standard
RFC5329	Traffic Engineering Ectensions to OSPF Version 3	2008. 9	-	Proposed Standard
RFC5340	OSPF for IPv6	2008. 7	Obsoletes RFC2740	Proposed Standard
RFC5350	IANA Considerations for the IPv4 and IPv6 Router Alert Options	2008. 9	Updates RFC2113, RFC3175	Proposed Standard
RFC5375	IPv6 Unicast Address Assignment Considerations	2008. 12	-	Informational

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC5453	Reserved IPv6 Interface Identifiers	2009. 2	-	Proposed Standard
RFC5460	DHCPv6 Bulk Leasequery	2009. 2	-	Proposed Standard
RFC5512	The BGP Encapsulation Subsequent Address Family Identifier (SAFI) and the BGP Tunnel Encapsulation Attribute	2009. 4	-	Proposed Standard
RFC5514	IPv6 over Social Networks	2009. 4	Errata	Experimental
RFC5519	Multicast Group Membership Discovery MIB	2009. 4	Obsoletes RFC2933, RFC3019	Proposed Standard
RFC5523	OSPFv3-Based Layer 1 VPN Auto-Discovery	2009. 4	-	Experimental
RFC5533	Shim6: Level 3 Multihoming Shim Protocol for IPv6	2009. 6	-	Proposed Standard
RFC5534	Failure Detection and Locator Pair Exploration Protocol for IPv6 Multihoming	2009. 6	-	Proposed Standard
RFC5535	Hash-Based Addresses (HBA)	2009. 6	-	Proposed Standard
RFC5549	Advertising IPv4 Network Layer Reachability Information with an IPv6 Next Hop	2009. 6	-	Proposed Standard
RFC5558	Virtual Enterprise Traversal (VET)	2010. 2	-	Informational
RFC5571	Softwire Hub and Spoke Deployment Framework with Layer Two Tunneling Protocol Version 2 (L2TPv2)	2009. 6	-	Proposed Standard
RFC5643	Management Information Base for OSPFv3	2009. 8	-	Proposed Standard
RFC5701	IPv6 Address Specific BGP Extended Community Attribute	2009. 11	-	Proposed Standard
RFC5722	Handling of Overlapping IPv6 Fragments	2009. 12	Updates RFC2460	Proposed Standard
RFC5798	Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Version 3 for IPv4 and IPv6	2010. 3	Obsoletes RFC3768	Proposed Standard
RFC5837	Extending ICMP for Interface and Next-Hop Identification	2010. 4	-	Proposed Standard
RFC5838	Support of Address Families in OSPFv3	2010. 4	-	Proposed Standard
RFC5855	Nameservers for IPv4 and IPv6 Reverse Zones	2010. 5	-	Best Current Practice
RFC5871	IANA Allocation Guidelines for the IPv6 Routing Header	2010. 5	Updates RFC2460	Proposed Standard
RFC5881	Bidirectional Forwarding Detection (BFD) for IPv4 and IPv6 (Single Hop)	2010. 6	Errata	Proposed Standard

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC5902	IAB Thoughts on IPv6 Network Address Translation	2010. 7	-	Informational
RFC5905	Network Time Protocol Version 4: Protocol and Algorithms Specification	2010. 1	Obsoletes RFC1305, RFC4330	Proposed Standard
RFC5906	Network Time Protocol Version 4: Autokey Specification	2010. 6	-	Informational
RFC5907	Definitions of Managed Objects for Network Time Protocol Version 4 (NTPv4)	2010. 6	-	Proposed Standard
RFC5908	Network Time Protocol (NTP) Server Option for DHCPv6	2010. 6	-	Proposed Standard
RFC5942	IPv6 Subnet Model: The Relationship between Links and Subnet Prefixes	2010. 7	Updates RFC4861	Proposed Standard

2. 이동성 관련 IPv6 RFC 문서

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC3314	Recommendations for IPv6 in Third Generation Partnership Project (3GPP) Standards	2002. 9	Errata	Informational
RFC3775	Mobility Support in IPv6	2004. 6	-	Proposed Standard
RFC3963	Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol	2005. 1	-	Proposed Standard
RFC4068	Fast Handovers for Mobile IPv6	2005. 7	Obsoleted by RFC5268	Experimental
RFC4140	Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6)	2005. 8	Obsoleted by RFC5380 Errata	Experimental
RFC4215	Analysis on IPv6 Transition in Third Generation Partnership Project (3GPP) Networks	2005. 10	-	Informational
RFC4260	Mobile IPv6 Fast Handovers for 802.11 Networks	2005. 11	-	Informational
RFC4283	Mobile Node Identifier Option for Mobile IPv6 (MIPv6)	2005. 11	Errata	Proposed Standard
RFC4295	Mobile IPv6 Management Information Base	2006. 4	Errata	Proposed Standard
RFC4584	Extension to Sockets API for Mobile IPv6	2006. 7	Errata	Informational
RFC4640	Problem Statement for bootstrapping Mobile IPv6 (MIPv6)	2006. 9	Errata	Informational
RFC4651	A Taxonomy and Analysis of Enhancements to Mobile IPv6 Route Optimization	2007. 2	-	Informational

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC4866	Enhanced Route Optimization for Mobile IPv6	2007. 5	Errata	Proposed Standard
RFC4882	IP Address Location Privacy and Mobile IPv6: Problem Statement	2007. 5	-	Informational
RFC4980	Analysis of Multihoming in Network Mobility Support	2007. 10	-	Informational
RFC5026	Mobile IPv6 Bootstrapping in Split Scenario	2007. 10	-	Proposed Standard
RFC5094	Mobile IPv6 Vendor Specific Option	2007. 12	-	Proposed Standard
RFC5096	Mobile IPv6 Experimental Messages	2007. 12	-	Proposed Standard
RFC5149	Service Selection For Mobile IPv6v	2008. 2	-	Informational
RFC5213	Proxy Mobile IPv6	2008. 2	-	Proposed Standard
RFC5268	Mobile IPv6 Fast Handovers	2008. 6	Obsoletes RFC4068, Obsoleted by RFC5568v	Proposed Standard
RFC5270	Mobile IPv6 Fast Handovers over IEEE 802.16e Networks	2008. 6	-	Informational
RFC5271	Mobile IPv6 Fast Handovers for 3G CDMA Networks	2008. 6	-	Informational
RFC5380	Hierarchical Mobile IPv6 (HMIPv6) Mobility Management	2008. 10	Obsoletes RFC4140	Proposed Standard
RFC5447	Diameter Mobile IPv6: Support for Network Access Server to Diameter Server Interaction	2009. 2	Errata	Proposed Standard
RFC5563	WiMAX Forum / 3GPP2 Proxy Mobile IPv4	2010. 2	-	Informational
RFC5568	Mobile IPv6 Fast Handovers	2009. 7	Obsoletes RFC5268	Proposed Standard
RFC5678	Dynamic Host Configuration Protocol (DHCPv4 and DHCPv6) Options for IEEE 802.21 Mobility Services (MoS) Discovery	2009. 12	-	Proposed Standard
RFC5726	Mobile IPv6 Location Privacy Solutions	2010. 2	-	Experimental
RFC5778	Diameter Mobile IPv6: Support for Home Agent to Diameter Server Interaction	2010. 2	-	Proposed Standard
RFC5779	Diameter Proxy Mobile IPv6: Mobile Access Gateway and Local Mobility Anchor Interaction with Diameter Server	2010. 2	-	Proposed Standard
RFC5844	IPv4 Support for Proxy Mobile IPv6	2010. 5		Proposed Standard
RFC5846	Binding Revocation for IPv6 Mobility	2010. 6		Proposed Standard
RFC5847	Heartbeat Mechanism for Proxy Mobile IPv6	2010. 6		Proposed Standard

3. 보안 관련 IPv6 RFC 문서

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC1810	Report on MD5 Performance	1995. 6	Errata	Informational
RFC1825	Security Architecture for the Internet Protocol	1995. 8	Obsoleted by RFC2401	Proposed Standard
RFC1826	IP Authentication Header	1995. 8	Obsoleted by RFC2402	Proposed Standard
RFC1827	IP Encapsulating Security Payload (ESP)	1995. 8	Obsoleted by RFC2406	Proposed Standard
RFC2207	RSVP Extensions IPsec Data Flows	1997. 9	-	Proposed Standard
RFC2401	Security Architecture for the Internet Protocol	1998. 11	Obsoletes RFC1825, Obsoleted by RFC4301, Updated by RFC3168	Proposed Standard
RFC2402	IP Authentication Header	1998. 11	Obsoletes RFC1826, Obsoleted by RFC4302, RFC4305	Proposed Standard
RFC2406	IP Encapsulating Security Payload (ESP)	1998. 11	Obsoleted by RFC4303, RFC4305	Proposed Standard
RFC3585	IPsec Configuration Policy Information Model	2003. 8	-	Proposed Standard
RFC3776	Using IPsec to Protect Mobile IPv6 Signaling Between Mobile Nodes and Home Agents	2004. 6	Updated by RFC4877	Proposed Standard
RFC3964	Security Considerations for 6to4	2004. 12	Errata	Informational
RFC3971	SEcure Neighbor Discovery (SEND)	2005. 3	Errata	Proposed Standard
RFC3972	Cryptographically Generated Addresses (CGA)	2005. 3	Updated by RFC4581, RFC4982	Proposed Standard
RFC4025	A Method for Storing IPsec Keying Material in DNS	2005. 3	-	Proposed Standard
RFC4218	Threats Relating to IPv6 Multihoming Solutions	2005. 10	-	Informational
RFC4285	Authentication Protocol for Mobile IPv6	2006. 1	Errata	Informational
RFC4301	Security Architecture for the Internet Protocol	2005. 12	Obsoletes RFC2401, Errata	Proposed Standard
RFC4302	IP Authentication Header	2005. 12	Obsoletes RFC2402, Errata	Proposed Standard
RFC4303	IP Encapsulating Security Payload (ESP)	2005. 12	Obsoletes RFC2406, Errata	Proposed Standard
RFC4305	Cryptographic Algorithm Implementation Requirements for Encapsulating Security Payload (ESP) and Authentication Header (AH)	2005. 12	Obsoletes RFC2402, RFC2406, Obsoleted by RFC4835 Errata	Proposed Standard

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC4306	Internet Key Exchange (IKEv2) Protocol	2005. 12	Obsoletes RFC2407, RFC2408, RFC2409 Updated by RFC5282 Errata	Proposed Standard
RFC4449	Securing Mobile IPv6 Route Optimization Using a Static Shared Key	2006. 6	Errata	Proposed Standard
RFC4552	Authentication/Confidentiality for OSPFv3	2006. 6	-	Proposed Standard
RFC4668	RADIUS Authentication Client MIB for IPv6	2006. 8	Obsoletes RFC2618, Errata	Proposed Standard
RFC4669	RADIUS Authentication Server MIB for IPv6	2006. 8	Obsoletes RFC2619, Errata	Proposed Standard
RFC4835	Cryptographic Algorithm Implementation Requirements for Encapsulating Security Payload (ESP) and Authentication Header (AH)	2007. 4	Obsoletes RFC4305	Proposed Standard
RFC4843	An IPv6 Prefix for Overlay Routable Cryptographic Hash Identifiers (ORCHID)	2007. 4	-	Experimental
RFC4877	Mobile IPv6 Operation with IKEv2 and the Revised IPsec Architecture	2007. 4	Updates RFC3776, Errata	Proposed Standard
RFC4890	Recommendations for Filtering ICMPv6 Messages in Firewalls	2007. 5	-	Informational
RFC4891	Using IPsec to Secure IPv6-in-IPv4 Tunnels	2007. 5	-	Informational
RFC4942	IPv6 Transition/Co-existence Security Considerations	2007. 9	-	Informational
RFC5269	Distributing a Symmetric Fast Mobile IPv6 (FMIPv6) Handover Key Using SEcure Neighbor Discovery (SEND)	2008. 6	-	Proposed Standard
RFC5419	Why the Authentication Data Suboption is Needed for Mobile IPv6 (MIPv6)	2009. 1	-	Informational
RFC5570	Common Architecture Label IPv6 Security Option (CALIPSO)	2009. 7	Errata	Informational
RFC5619	Softwire Security Analysis and Requirements	2009. 8	-	Proposed Standard
RFC5637	Authentication, Authorization, and Accounting (AAA) Goals for Mobile IPv6	2009. 9	-	Informational
RFC5739	IPv6 Configuration in Internet Key Exchange Protocol Version 2 (IKEv2)	2010. 2	Errata	Experimental
RFC5840	Wrapped Encapsulating Security Payload (ESP) for Traffic Visibility	2010. 4	-	Proposed Standard
RFC5909	Securing Neighbor Discovery Proxy: Problem Statement	2010. 7	-	Informational

4. 터널 및 변환 관련 IPv6 RFC 문서

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC1933	Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers	1996. 4	Obsoleted by RFC2893	Proposed Standard
RFC2185	Routing Aspects of IPv6 Transition	1997. 9	-	Informational-
RFC2428	FTP Extensions for IPv6 and NATs	1998. 9	-	Proposed Standard
RFC2529	Transmission of IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels	1999. 3	-	Proposed Standard
RFC2546	6Bone Routing Practice	1999. 3	Obsoleted by RFC2772	Informational
RFC2765	Stateless IP/ICMP Translation Algorithm (SIIT)	2000. 2	-	Proposed Standard
RFC2766	Network Address Translation - Protocol Translation (NAT-PT)	2000. 2	Obsoleted by RFC4966, Updated by RFC3152	Historic
RFC2767	Dual Stack Hosts using the Bump-In-the-Stack Technique (BIS)	2000. 2	-	Informational
RFC2772	6Bone Backbone Routing Guidelines	2000. 2	Obsoletes RFC2546 Updated by RFC3152	Informational
RFC2784	Generic Routing Encapsulation (GRE)	2000. 3	Updated by RFC2890, Errata	Proposed Standard
RFC2893	Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers	2000. 8	Obsoletes RFC1933, Obsoleted by RFC4213	Proposed Standard
RFC2921	6BONE pTLA and pNLA Formats (pTLA)	2000. 9	-	Informational
RFC3053	IPv6 Tunnel Broker	2001. 1	-	Informational
RFC3056	Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds	2001. 2	Errata	Proposed Standard
RFC3068	An Anycast Prefix for 6to4 Relay Routers	2001. 6	-	Proposed Standard
RFC3089	A SOCKS-based IPv6/IPv4 Gateway Mechanism	2001. 4	-	Informational
RFC3142	An IPv6-to-IPv4 Transport Relay Translator	2001. 6	-	Informational
RFC3338	Dual Stack Hosts Using Bump-in-the-API (BIA)	2002. 10	-	Experimental
RFC3574	Transition Scenarios for 3GPP Networks	2003. 8	-	Informational
RFC3750	Unmanaged Networks IPv6 Transition Scenarios	2004. 5	-	Informational
RFC3904	Evaluation of IPv6 Transition Mechanisms for Unmanaged Networks	2004. 9	-	Informational

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC4038	Application Aspects of IPv6 Transition	2005. 3	-	Informational
RFC4214	Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP)	2005. 10	Obsoleted by RFC5214	Experimental
RFC4241	A Model of IPv6/IPv4 Dual Stack Internet Access Service	2005. 12	Errata	Informational
RFC4380	Teredo: Tunneling IPv6 over UDP through Network Address Translations (NATs)	2006. 2	Errata	Proposed Standard
RFC4787	Network Address Translation (NAT) Behavioral Requirements for Unicast UDP	2007. 1	-	Best Current Practice
RFC4795	Link-local Multicast Name Resolution (LLMNR)	2007. 1	Errata	Informational
RFC4966	Reasons to Move the Network Address Translator-Protocol Translator (NAT-PT) to Historic Status	2007. 7	Obsoletes RFC2766, Errata	Informational
RFC4977	Problem Statement: Dual Stack Mobility	2007. 8	-	Informational
RFC5135	IP Multicast Requirements for a Network Address Translator (NAT) and a Network Address Port Translator (NAPT)	2008. 2	Errata	Best Current Practice
RFC5158	6to4 Reversw DNS Delegation Specification	2008. 3	Errata	Informational
RFC5211	An Internet Transition Plan	2008. 7	-	Informational
RFC5214	Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP)	2008. 3	Obsoletes RFC4214	Informational
RFC5382	NAT Behavioral Requirements for TCP	2008. 10	-	Best Current Practice
RFC5389	Session Traversal Utilities for NAT (STUN)	2008. 10	Obsoletes RFC3489, Errata	Proposed Standard
RFC5454	Dual-Stack Mobile IPv4	2009. 3	Errata	Proposed Standard
RFC5508	NAT Behavioral Requirements for ICMP	2009. 4	-	Best Current Practice
RFC5555	Mobile IPv6 Support for Dual Stack Hosts and Routers	2009. 6	Errata	Proposed Standard
RFC5569	IPv6 Rapid Deployment on IPv4 Infrastructures (6rd)	2010. 1	Errata	Informational
RFC5572	IPv6 Tunnel Broker with the Tunnel Setup Protocol (TSP)	2010. 2	-	Experimental
RFC5579	Transmission of IPv4 Packets over Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP) Interfaces	2010. 2	-	Informational
RFC5597	Network Address Translation (NAT) Behavioral Requirements for Datagram Congestion Control Protocol	2009. 9	-	Best Current Practice
RFC5747	4over6 Transit Solution Using IP Encapsulation and MP-BGP Extensions	2010. 3	-	Experimental

RFC	Title	Date	More Info	Status
RFC5766	Traversal Using Relays around NAT (TURN): Relay Extensions to Session Traversal Utilities for NAT (STUN)	2010. 4		Proposed Standard
RFC5769	Test Vectors for Session Traversal Utilities for NAT (STUN)	2010. 4		Informational
RFC5845	Generic Routing Encapsulation (GRE) Key Option for Proxy Mobile IPv6	2010. 6		Proposed Standard
RFC5969	IPv6 Rapid Deployment on IPv4 Infrastructures (6rd) -- Protocol Specification	2010. 8		Proposed Standard

분야별 차세대인터넷주소 IPv6 실전적용

【인　쇄】 2011년 1월
【발　행】 2011년 1월

【발행인】 서 종 렬
【발행처】 한국인터넷진흥원(KISA, Korea Internet & Security Agency)
서울시 송파구 가락동 79-3 대동빌딩
TEL : (02)4054-118
【인쇄처】 (주)현대아트컴 (02-2278-4482)

〈〈비매품〉〉