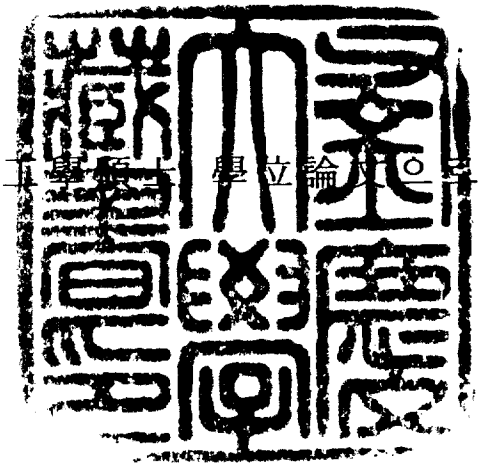
工學碩士 學位論文

IPv6 기반 차세대 인터넷 기술 발전 방향 연구

指導敎授 金 成 篤



이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함

2001年 2月

釜慶大學校 産業大學院

情報通信工學科

姜 大 喆

이 論文을 姜大喆의 工學碩士
學位論文으로 認准함

2001年 12月

主 審 工學博士 鄭 信 一 (印)

委 員 工學博士 金 錫 泰 (印)

委 員 工學博士 金 成 篤 (印)

A Study on technical deployment for IPv6-based Next Generation Internet

Dae-choel Kang

Department of Telematics Engineering

Graduate School of Industry, Pukyong National University

Abstract

IPv6 is the next generation protocol designed by the IETF(Internet Engineering Task Force) to replace the current version Internet Protocol, IP version 4(IPv4). IPv6-based Next Generation Internet is considered as a unique solution to resolve the problems concerned to IPv4-based Internet, such as a growing shortage of IPv4 addresses, limitations of speed and multimedia service provision, and security problem.

In this thesis, we analyze the problems related to internetworkingg and protocol conversion technologies that have to be envisaged in the protocol evolution process toward IPv6-based Next Generation Internet. Based on this analysis, we propose a deployment strategy of network and service aspects for IPv6-based Next Generation Internet

목 차

Ⅰ. 서 론

컴퓨터와 통신기술의 비약적인 발전과 웹(World Wide Web)의 확산에 따라 인터넷 사용자 수와 트래픽이 해마다 폭발적으로 증가함으로써 인터넷이 정보 핵심 인프라가 되고 있다. 이러한 추세에 따라 인터넷 사용자들은 다양한 서비스들을 요구하고 있으나 현재의 IPv4(Internet Protocol version 4)를 중심으로 하는 인터넷 프로토콜은 주소 공간, 신뢰성, 보안등 프로토콜 성능 측면이나, 이동성, 라우팅 속도 등의 기능적 측면에서 인터넷 환경의 요구조건을 만족 시키지 못하는 문제를 가지고 있다. 위에 제시된 문제점들을 극복하기 위한 방안으로 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 기존의 IPv4에서 발전된 새로운 버전의 인터넷 프로토콜로 IPng(Internet Protocol next generation)을 개발하여, 1994년 11월 IESG(Internet Engineering Steering Group)의 승인을 받아 IPv6(Internet Protocol version 6)를 제안했다. 제안된 IPv6 프로토콜은 새로운 인터넷 주소체계로 QoS(Qulity of Service) 보장 및 Multicasting 기술, Security 기술 등을 지원하는 차세대 인터넷의 인터넷 프로토콜 관련 핵심 기술로 크게 부각되고 있다[1].

현재 우리나라를 비롯한 구미선진국에서는 IPv6를 기반으로 한 차세대 인터넷 망 기술 개발에 노력하고 있다. 예를 들면, 미국은 vBANS(very-high-performance BAckbone Network Service) 백본망을 구축하여 IPv6 기반의 차세대 인터넷 망을 시험 운용 중에 있으며, 유럽에서는 영국을 비롯한 다수의 국가가 협력하여 6INIT(IPv6 Internet IniTiative) 차세대망을 통한 응용 서비스를 시도하고 있다. 캐나다의 경우에는 CANARIE (Canadian Network for the Advancement of Research, Industry and Education) 프로젝트인 CA*net3 시범 망을 운용하고 있고, 또 일본은

WIDE(Widely Integrated Distributed Environment) 프로젝트를 통해 IPv6 기반 차세대 인터넷 관련 프로토콜 및 시범 서비스를 제공하고 있다. 우리나라 경우 선도시험망인 KOREN(KOrea advanced REsearch Network)을 선두로 하여 현재 APAN(Asia Pacific Advanced Network)과 기술적 협력을 통해 APAN-KR(Asia Pacific Advanced Network - KoRea)과 연동 하면서 IPv6 기반 차세대 인터넷 망 기술 개발에 노력하고 있다.

그러나 IPv6망의 본격적인 구성 및 상용화를 위해서는 IPv6 주소의 효율적인 할당 정책과 기존의 IPv4망과의 연동 방안 연구가 요구된다. 또한, 이를 통하여 원활한 서비스 제공을 위해 IPv4망에서 IPv6망으로 전이 방안 연구와 IPv6 망에서 QoS와 Multicast 및 Mobility 서비스 제공 방안 등 종합적인 망 전이 방안 및 새로운 서비스 관련 기술발전 방안 등의 연구가 요구된다. 이를 위하여 본 논문에서는, IPv6 기반의 차세대 인터넷 망의 성공적인 도입을 위해 현재 운용 중인 시험 망에서 연구되고 있는 네트워크 기술들과 서비스들을 분석하고, 국내에서 IPv6 기반 차세대 인터넷 망의 네트워크 측면,서비스 측면 및 기술적 측면에서의 발전 방향을 제시 하고자 한다.

본 논문의 2 장에서는 IPv4와 IPv6의 프로토콜 및 서비스를 비교 분석함으로써 차세대 인터넷 기반 프로토콜로서 IPv4의 문제점을 제시하고, IPv6의 도입 배경을 정리한다. 3 장에서는 현재 운용중인 국내외 IPv6 기반 차세대 인터넷 시험 망의 운용 및 서비스 현황을 분석하고, 이를 통해 실제 IPv6 시험 망에서의 기술 및 서비스에 대한 문제점을 분석한다. 4 장에서는 3 장에서 분석된 문제점들을 해결하기 위한 IPv6 기반 차세대 인터넷 망의 네트워크 측면, 서비스 측면 및 기술적 측면에서의 발전 방향을 제시한다. 마지막으로 5장에서는 본 연구의 결론을 맺고 향후 연구과제에 대해 정리한다.

Ⅱ. IPv4 와 IPv6 개요

본 장에서는 IPv4와 IPv6를 프로토콜 측면과 기능 측면에서 비교 분석함으로써 IPv6가 필요한 요인을 분석한다. 이를 통해 IPv6 차세대 인터넷 망 구축에 필요한 네트워크 발전 방안 제시와 서비스 발전 방향 제시 및 새로운 서비스 제공에 따른 기술 발전방안을 제시하는데 있어 기본 기술로 활용한다.

1. IPv4 와 IPv6 프로토콜 비교 분석

가. 프로토콜 구조

IPv6는 기존 IPv4에서의 32비트 주소 길이를 128비트로 확장함으로써 헤더의 길이는 두 배지만 영역의 수는 12개에서 8개로 감소하여 처리 과정을 단순화한다. 그림 2.1은 IPv4 와 IPv6 헤더를 비교한 것이다.

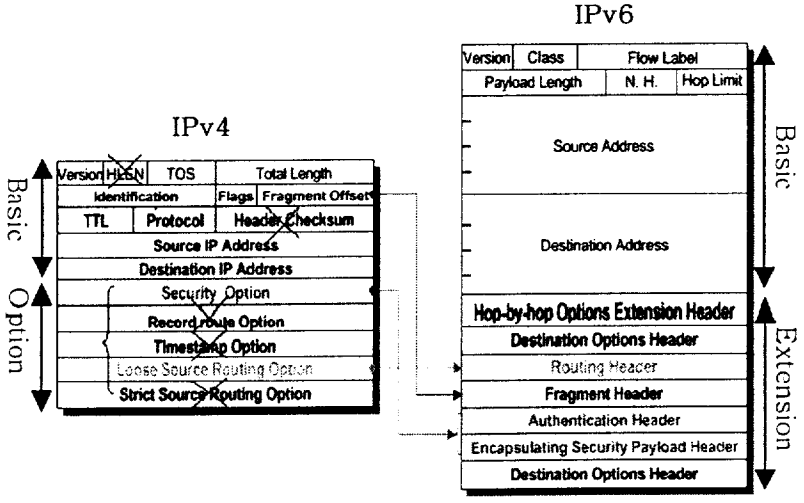
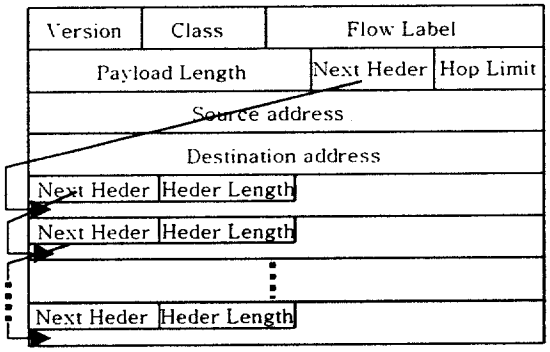


그림 2.1 IPv4 Header 와 IPv6 Header 비교

IPv6헤더에서 Class는 Traffic Class로 IPv4의 TOS(Type Of Service)에 해당하는 영역이며, 현재 IETF(Internet Engineering Task Force)의 Diffserv WG(Differentiated service Working Group)에서 이 영역 활용 방안을 연구하고 있다. IPv4에서는 없었던 Flow Label은 해당 IPv6 패킷이 속하는 플로우의 식별자를 나타내며, 이 영역에 대한 사용은 표준화되어 있지 않고, IETF의 QoS 관련 다른WG의 활동 결과가 추후 반영될 것으로 보인다. 만약 QoS 기능을 지원하지 않는 호스트나 라우터에서는 패킷 생성 시 이 영역을 0으로 채워서 내보내고 값을 바꾸지 않고 전달하면 수신측에서는 이 영역을 무시한다. Payload Length 영역은 IPv6 기본 헤더 다음에 붙는 확장헤더와 데이터를 합한 길이를 표시하며, NH(Next Header)영역은 IPv6 확장 헤더의 종류를 표시한다. Hop Limit 영역은 IPv4에서의 TTL(Time To Live)영역과 같이 거쳐갈 수 있는 라우터의 최대 수를 명시한다. 그 후로는 각각 128비트의 소스 주소와 목적지 주소가 위치한다. 확장 헤더는 패킷 조각화/재조립 또는 소스 라우팅과 같이 IPv4에서 잘 이용되지 않았던 영역이나 옵션들을 위한 것으로 필요할 때에만 사용하게 함으로써 기본 헤더를 간략하게 하여 일반 처리 과정의 효율을 높이게 하였다. 현재 IPv6의 확장 헤더로는 Hop-by-hop Options Extension Header, Destination Options Header, Routing Header, Fragmentation Header, Authentication Header 및 ESP(Encapsulating Seurity Payload) Header가 정의되어 있다[2][3].

옵션 헤더는 지나가는 홉(Hop)마다 처리할 옵션을 포함하는 Hop-by-hop 옵션 확장 헤더와 IPv6 헤더의 목적지 주소에 명시된 노드에서만 처리하는 옵션을 포함하는 Destination 옵션 헤더로 구성된다. Routing 헤더는 소스 라우팅을 위한 헤더로서 일반적으로 제일 간단한 구성의 타입 0만 선언되며, 타입 0 라우팅 헤더를 사용할 때는 송신측 노드는 IPv6

헤더에 궁극적인 목적지 주소를 두지않고 라우팅 헤더의 마지막 주소 공간에 목적지 주소를 위치시킨다. Fragmentation 헤더는 조각화/재조립을 위한 정보를 포함하는 헤더이며, Authentication 헤더 및 ESP 헤더는 보안을 위한 헤더로서 네트웍 계층 단위의 보안 기능을 기본으로 지원하도록 하였다. IPv6의 각 헤더들은 바로 다음에 어떤 종류의 헤더가 있는지 명시해주는 NH 영역을 가지고 있다. 그림 2.2는 NH 영역을 이용하여 확장 헤더의 연결을 표시해주고 있는 예이다.



Next header value	
0	Hop-by-Hop Options Header
43	Routing Header
44	Fragment Header
50	Encapsulating Security Payload
51	Authentication Header
60	Destination Options Header

그림 2.2 IPv6 Extension Header

각 확장 헤더들은 자신을 나타내는 NH값을 가지고 있으며, UDP(User Datagram Protocol)나 TCP(Transport Control Protocol)등의 상위 계층 프로토콜들에 대한 NH 값은 IPv4에서 사용되던 값들을 사용한다.

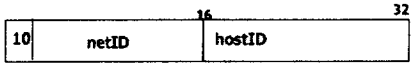
나. 주소체계

IPv6는 IPv4에서의 32비트 주소 길이를 128비트로 확장함으로써 현재의 주소 부족 문제를 해소하며, 다양한 주소 할당 방식을 취할 수 있게 된다. 그림 2.3은 IPv4 와 IPv6 의 주소 체계 비교하여 나타낸 것이다.

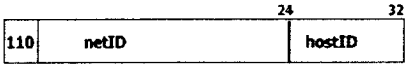
아래 그림처럼 IPv6 주소에서는 주소의 종류 및 서브넷을 판별할 때 사용하는 prefix와, 네트웍에 연결되어 있는 각 인터페이스들을 구별해 주는 Interface ID(Identifier)로 구성된다. IPv6망에서 주소를 할당하는 기본 단위는 인터페이스로, 같은 호스트에 동일 링크와 연결되는 여러 개의 인터페이스들이 있을 경우 각 인터페이스마다 다른 주소를 할당 받게 된다. 이러한 기본 구조를 두고 IPv6 주소는 크게 Unicast address, Anycast address, Multicast address등의 3가지 유형을 갖는다.

먼저 Unicast address는 IPv4에서 온 것으로 노드에 단일 인터페이스를 지정하며, Unicast로 지정된 패킷은 해당하는 인터페이스에 전달된다. 다음으로 Anycast address는 IPv4에는 없던 형태로 Unicast address 구조를 가지므로 소스 주소로는 사용될 수 없고 라우터에만 할당된다.

[Class A : 1.0.0.0 ~ 126.255.255.255]

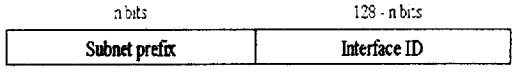


[Class B : 128.0.0.0 ~ 191.255.255.255]

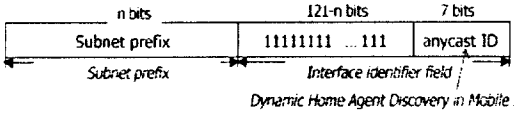


[Class C : 192.0.0.0 ~ 223.255.255.255]

(a) IPv4 주소체계

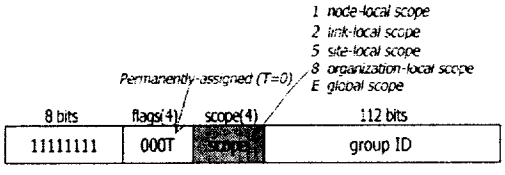


[IPv6 Unicast address format]



Dynamic Home Agent Discovery in Mobile IPv6:
Mobile IPv6 Home-Agents anycast (126, 7f

[IPv6 Anycast address format]



[IPv6 Multicast address format]

(b) IPv6 주소체계

그림 2.3 IPv4 주소체계와 IPv6 주소체계 비교

즉, 한 라우터가 Anycast address를 목적지 주소로 가지는 패킷을 수신했을 경우, 라우팅 프로토콜에 따라 같은 Anycast address를 가지는 여러 노드들 중 가장 가까운 노드로만 패킷을 보낸다.

마지막으로 Multicast address는 IPv4의 브로드캐스트 주소가 변형된 형태로 여러 노드들에 속한 인터페이스 집합을 나타내며, Multicast address로 보내진 패킷은 그 주소에 해당하는 모든 인터페이스들에 전달된다. 이것은 첫번째 옥텟이 FF(11111111)값을 가짐으로써 Unicast address와 구별된다.

전체적인IPv6 주소 체계를 살펴보면, IPv6 주소의 표기는 8개의 16진수 4자리 숫자를 콜론(:)으로 구분하여 표기한다. 예를 들면, "3ffe:2e01:1:0:0:60:9791:b839" 또는 "3ffe:2e01::1:60:9791:b839" 과 같이 표시할 수 있으며, 0이 연속되어 있는 구간에 대해서는 한번에 한하여 두 개의 콜론(::)으로 표시할 수 있기 때문에 위 두 개의 주소는 같은 것이다. 또한 prefix에 대한 정보를 표시하고자 할 때에는 주소를 써주고 "/" 다음에 prefix의 길이를 명시해준다. 만약 위의 주소에서 prefix의 길이가 48비트일 경우 "3ffe:2e01:1::/48" 과 표시한다. 특히, 0000 0000/8 prefix 영역은 특수 목적 주소 영역, ::1은 loopback 주소를 나타내며 IPv4-compatible 주소나 IPv4-mapped 주소 등이 이 부분에 속한다.

이와 같은 IPv6주소형태와 체계는 네트워크나 호스트에 순차적으로 주소를 할당하므로 망의 규모에 따라 클래스별로 네트워크 주소를 할당하는 IPv4에 비해 효율적이며, IPv4와 IPv6망 연동 시 변환 기술을 사용할 때 호환이 가능하도록 기본적인 구조를 제공한다[4].

2. IPv4 와 IPv6 특징 비교

IPv6는 IPv4에서 발전된 프로토콜로서 각 프로토콜의 특징은 뚜렷한 차이를 갖는다. 그림 2.4는 IPv6 프로토콜 구조에서 제공되는 서비스를 나타낸 것이다. IPv6 특징을 살펴보면 전체적으로 기본 헤더가 간단화 되었고, 다양한 확장 헤더와 연계하여 QoS, Multicast, Plug-n-Play, Mobility, Security 등의 확장된 서비스들을 지원한다. 이러한 서비스들은 기존 IPv4망에서는 제공하지 않는 것으로 IPv4와 IPv6를 구분 짓는 중요한 척도가 된다.

따라서 이 절에서는 IPv4와 IPv6의 프로토콜 구조와 주소체계를 비교 분석한 결과를 바탕으로, 네트워크 측면과 서비스 측면에서 IPv4와 IPv6의 특징을 비교하고자 한다.

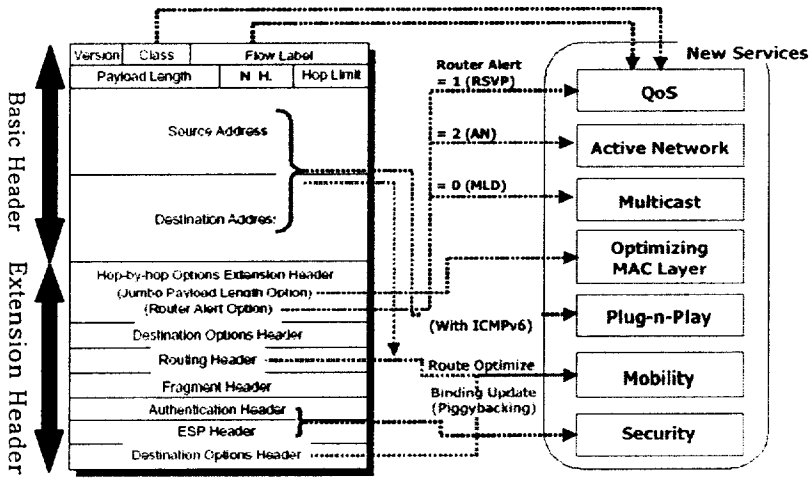


그림 2.4 IPv6 에서 제공하는 서비스

가. 네트워크 측면

1) 성능 향상

IPv6 헤더의 필드 수가 IPv4의 필드 수 보다 간략화 됨으로써 라우터의 처리 부하를 감소시킨다. 또한 IPv6의 선택사항은 IPv6 헤더와 TCP 헤더 사이에 별도의 선택사항 헤더로 위치하고, 대부분의 선택 사항 헤더들은 패킷의 경로상의 라우터에서 검사 및 처리되지 않도록 하고있다. 더불어 IPv6에서 조립은 단지 송신측에서만 허용하고, IPv4가 가변적인 것과 대비해 IPv6의 헤더를 고정시킴으로써 처리를 단순화한다.

이러한 IPv6 특징은 모든 옵션을 라우터가 일일이 검사하는 IPv4에 비해 라우터들의 처리 속도를 향상시켜 네트워크 성능면에서 개선 효과를 가져온다.

2) 확장된 Addressing 과 Routing 능력

IPv4는IP address 크기가 32bits이고 네트워크 구조에 상관 없이 클래스별로 주소를 할당하는 비효율적인 주소 체계인 반면, IPv6는 주소 크기가 128bits로 증가하여 더 많은 단계의 주소 계층 구조를 지원하고 네트워크와 호스트에 순차적으로 주소를 할당함으로써 효율성을 제공한다[5]. 더욱이 IPv4 는 주소 비트 패턴이 하나의 호스트에 연계되어 다른 형태의 주소 체계에 대한 지원이 불가능한 반면에, IPv6에서 "Anycast addr-ess"라 불리는 새로운 주소 형태를 추가하여 주소 체계가 유연성을 가진다. 또한 멀티캐스트 주소에 "scope" 필드를 추가시켜 멀티캐스트 라우팅의 확장성이 향상되었다.

나. 서비스 측면

1) QoS (Quality of Service)

신뢰성 있는 데이터 전송은 패킷이 속한 서비스 클래스에 따라 라우팅 되는 기능을 가져야 하고, 이 클래스 정보를 기본으로 하여 네트워크가 경로를 결정해야 한다. 또한 실시간 서비스와 혼잡 상태시 폐기 전략이 중요하게 될 경우도 있다. IPv4는 최소한으로 이러한 기능을 제공하나 IPv6에서는 송신자가 트래픽에 특별한 취급을 요청하는 경우 Flow Label 과 우선순위 값으로 송신측의 QoS를 보장한다. 그림 2.5는 간단한 IPv6 망에서 두 개의 트래픽 흐름을 보여주는 것으로, 만족한 서비스를 제공을 위해 어떤 특정한 흐름의 모든 트래픽은 망에서 동일하게 처리된다. 또한 IPv6 Class필드에서 서비스 종류에 따라 부여되는 우선 순위값은 크게 혼잡 제어 와 비혼잡 제어로 구별되며 세밀하게는 16개로 나뉘며, 망의 상황에 따라 적절한 폐기되고 변화되어짐으로써 서비스의 QoS를 보장한다[6].

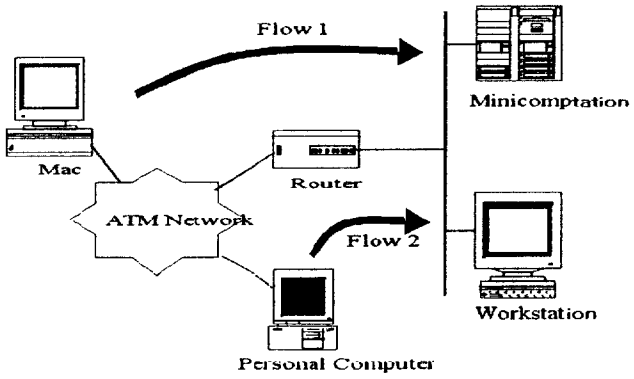


그림 2.5 IPv6 Flow labeling

2) 인증(Authentication) 과 보안(Security) 기능

IPv4에서는 선택적인 보안 레이블 필드를 갖는 정도로 보안 능력을 제공하며 종단간 보안은 응용 레벨에서 지원한다. 반면, IPv6에서는 응용 레벨에서 보안을 제공하지 않는 경우도 인증 헤더와 ESP 헤더인 특별한 확장 헤더들로 네트웍 계층 단위의 보안 기능을 기본으로 지원해 준다. 즉, 인증헤더는 수신된 데이터가 전송도중 변경 없이 요구된 송신자로부터 발신되었는지를 확인하며, ESP 헤더는 중간 링크에서 데이터가 노출되지 못하도록 비밀성을 제공하여 도청에 취약한 인증을 보완한다[7]. 이러한 IPv6 특징은 종단간 서비스의 신뢰성을 보장해주며, 이 헤더 내에 포함되는 인증 기법 및 암호화 기법은 IPsec WG(Internet Protocol security Working Group)에서 표준화 되었다.

3. IPv4 문제점에 따른 IPv6 도입 배경

앞 절의 분석에 의하면, IPv4를 중심으로 하는 인터넷 프로토콜의 가장 심각한 문제점은 인터넷의 급격한 확산과 맞물려 인터넷 주소(IPv4 주소 공간) 부족이다. 또한 사용자의 다양한 멀티미디어 서비스 품질에 대한 개선 요구가 증가하고 있으나, IPv4에서는 Qos 보장 및 기술적인 측면에서 이러한 요구조건을 만족 시키지 못하는 문제를 내포하고 있다. 그 외에 단말의 이동성이 지원되지 않는 것도 차세대 인터넷에서 요구되는 사항을 지원하기 위해 IPv4가 적절하지 않다. 또한 전자상거래의 활성화 및 인터넷 뱅킹 등에 중요한 요소인 인터넷 보안을 완벽하게 지원하지 못하는 것도 IPv4의 문제점이다.

이와 같이 기존의 인터넷이 가지는 여러 가지 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 새로운 버전의 인터넷 프로토콜 IPv6 도입은 필수불가결하

며, 확장된 인터넷 주소체계 제공과 QoS 보장, 멀티캐스팅 기술과 보안 기술 등의 관점에서 IPv6는 차세대 인터넷의 핵심 기술이다.

현재 IPv6에 대한 연구가 활발히 진행 중이며 기존의 IPv4 인터넷 망과의 연동도 요구되고, 또 xDSL(Digital Subscriber Line and its variations) 케이블등 기존 공중망과 IMT-2000(International Mobile Telecommunications - 2000) 등 무선 망과의 연동 및 정보 가전제품 등과 같은 홈 네트워킹을 위해서도 IPv6 기술이 적용 될 것으로 보인다.

Ⅲ. IPV6를 이용한 차세대 인터넷 망

최근 국가별로 IPv6에 기반 한 차세대 인터넷 망 구축 작업에 많은 투자와 연구를 진행 중이며, 이 망을 기반으로 IPv6 관련한 다양한 차세대 기술들을 시험 운용 중이다. 그러나 IPv6로 구성된 차세대 인터넷 망은 어느 한 순간에 기존 IPv4 망에서 이전되지 않으므로, 현재 IPv4 인터넷에서 IPv6로의 망 전이가 점진적으로 이루어지도록 IPv4와 IPv6의 연동 및 변환기술도 병행하여야 한다. 따라서 이 장에서는 현재 해외와 국내의 IPv6 기반 차세대 인터넷의 운용 현황 및 서비스 현황을 살펴 보고, 앞으로 발전 방향 제시를 위하여 필요한 IPv4와 IPv6의 변환기술을 살펴보고자 한다.

1. IPv6 기반 차세대 인터넷 운용 현황

가. 해외 운용 현황

1) vBNS IPv6 - 미국

vBNS(very-high-performance BAckbone Network Service)는 1995년에 고성능, 광대역 응용 등을 실험하고 보급하기 위한 목적으로 미국 NSF (National Science Foundation) 지원하에 상용 회사MCI(Microwave Communications Incorporation)에 의해 구축된 국가규모의 네트워크이며, 현재 Abilene과 함께 Internet2 프로젝트의 백본망으로 사용되고 있다. 그림 3.1은 vBNS POP(Point Of Presence)의 구조를 보여주는 것으로, ATM (Asynchronous Transfer Mode) 듀얼 백본망에서 IPv6 라우터들 간에는 풀 메쉬 형태의 PVC(Permanent Virtual Circuit) 연결을 하고 있다. 또한 Cisco와 Juniper에 의한 Multivender 백본으로 구성되어 있으며,

2000년 3월에 MPLS (MultiProtocol Label Switching)망을 구축한 상태이다. 여기서는 내부 라우팅 프로토콜 RIPng (The Next Generation Routing Information Protocol)을 사용하고, IPv6 프로토콜을 지원하는 웹 서버를 지원함으로써 IPv6 서비스를 제공한다. 이러한 vBNS에 가입한 기관들과의 연결은 대부분 순수 IPv6이나 IPv6-over-IPv4 터널도 사용하고 있고, 현재 QoS와 Multicast 및 IPv4 망과의 연동 기술들을 테스트 중이다[8].

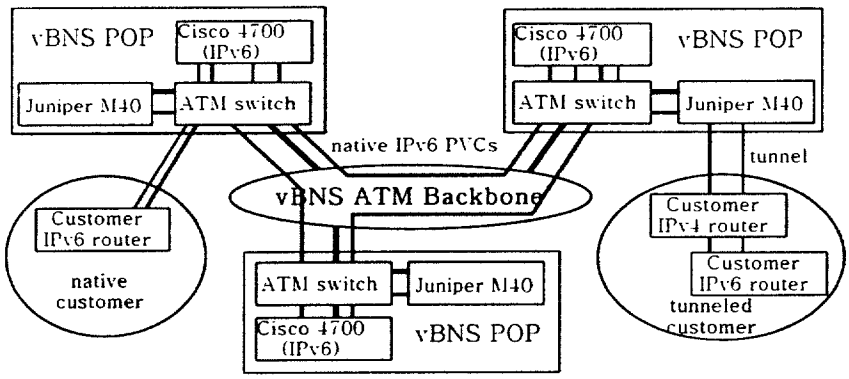


그림 3.1 vBNS IPv6 POP 구조

2) CA*net3 IPv6 - 캐나다

CA*net은 1993년에 정부, 업계, 연구/교육 기관이 공동으로 캐나다의 인터넷 인프라를 개선시키고 및 응용 개발 및 이용을 촉진시키기 위하여 만들어진 학술연구 전산망인 CANARIE(Canadian Network for the Advancement of Research, Industry and Education)에서 시작된 프로젝트로써, CA*net 과 CA*net2를 거쳐 1998년에 시작한 CA*Net3는 세계 최초의 WDM (Wavelength Division Multiplexing) 백본으로 현재까지 수행되고 있다.

CA*net3 네트워크 구조는 그림 3.2에서와 같이 터널 서버를 통해 IPv6 망을 구축하였다. 현재 CA*net3에서의 IPv6 관련 연구 계획은 IPv6 변환 기술 적용을 위한 테스트 베드로 활용을 추진 중이며, 미국 6TAP(IPv6 Transit Access Point)과 공동으로 IPv6 교환노드를 운용하고 있다[9].

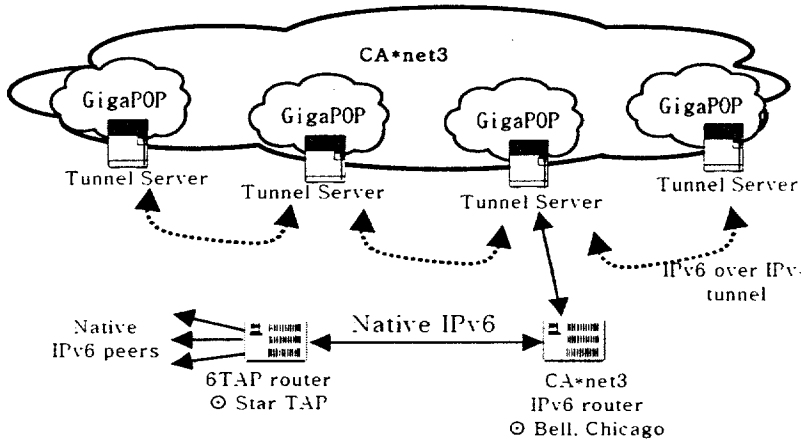


그림 3.2 CA*net IPv6

3) 6INIT - 유럽

6INIT(IPv6 INternet IniTiative)은 유럽에서의 IPv6 네트워크를 보급을 위해 시작된 프로젝트로써, IPv6 멀티미디어 및 시큐리티 서비스의 보급을 주 목적으로 한다. 아래 그림 3.3은 교환 노드(UK 6X)에서의 6INIT 클러스터 접속을 보여주는 것으로, 영국에서 ATM Switch를 이용하여 교환 노드를 담당하고 있으며, 각 지역 클러스터는 이더넷 또는 ATM을 통하여 Native IPv6 링크를 가진다. 또한 TEN 155(Trans European Network Interconnect at 155Mbps)망을 이용한 ATM 접속 기능을 제공하

고 있고, 기존 IPv4 인터넷이 있는 경우의 6INIT IPv6 클러스터 접속은 터널링 방식을 지원하고 있다. 6INIT에서 고려되고 있는 요구사항은 Diffserv 및 IPsec 표준 기반의 네트워크 서비스와 VoIPv6(Voice over IPv6), News-On-Demand 등의 응용 서비스를 시험중이다. 특히 VoIPv6의 경우 기존 IPv4 망과의 시그널링을 통한 IPv6 단말과의 연동을 준비 중에 있다[10].

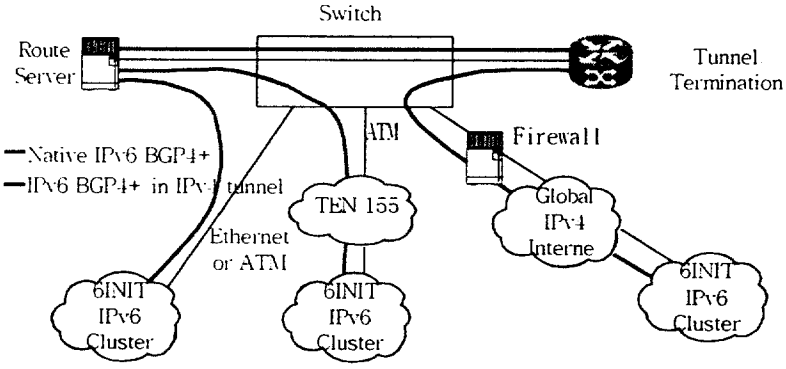


그림 3.3 6INIT 망 구성도

4) WIDE IPv6 - 일본

WIDE(Widely Integrated Distributed Environment) 프로젝트는 1988년에 36개 대학과 66개 업체가 공동 참여하여 연구 컨소시엄 형태로 시작된 광범위한 통신 인프라 제공을 목적으로 한다. 6Bone(IPv6 Backbone)에 기반하고 있는 WIDE의 IPv6 테스트베드는 그림 3.4이며, ATM 백본 기반에서, 64K, 128K, T1(T carrier system 1), ISDN(Integrated Services Digital Network) 및 터널링 등 다양한 접속을 지원한다. 현재 WIDE 프로젝트 내 IPv6 워킹 그룹에서는 IPv6 주소 할당 서비스와 차세대 인터넷 기술을 실험 중이며, IPv6/IPsec 코드의 개발 및 IPv4-IPv6 변환기

개발 등을 추진하고 있다[11].

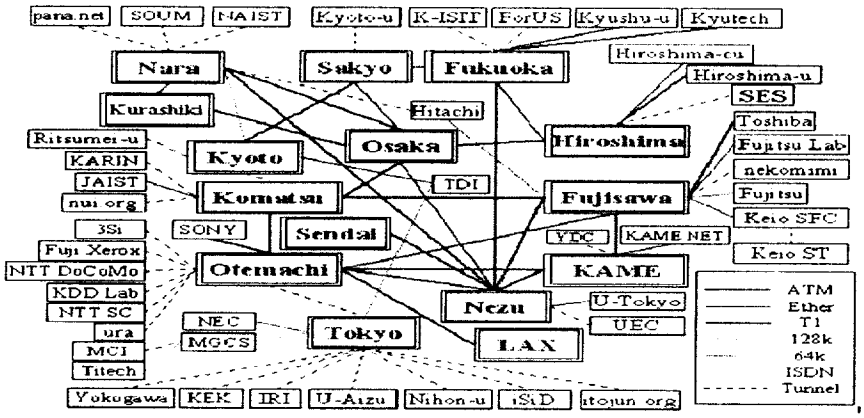


그림 3.4 WIDE IPv6

나. 국내 운용 현황

1) KOREN IPv6

KOREN(KOrea advanced REsearch Network) IPv6는 ATM 기반의 Native IPv6 망을 구축하고, APAN-KR(Asia Pacific Advanced Network - KoRea)과 공동으로 운용기술 개발 및 차세대 인터넷 기술 등을 연구 지원하여 IPv6 망의 도입을 가속화 시키는 역할을 하고 있다. 그림 3.5은 KOREN IPv6망 구성도를 나타낸 것으로, 서울과 대전의 백본 노드와 APAN-KR/APII(Asia Pacific International Institute) 서울 XP(exchange Point)에 IPv6 라우터를 따로 설치하여 KOREN IPv6 망을 구축하여 6TAP, SingAREN(Singapore Advanced Research & Education Network), APAN-JP(APAN - JaPan)등의 해외 IPv6 망과도 연동중이다. 또한 일부 IPv4 가입 기관인 HPCnet(High Performance Computing network)과 KREONet(Kor-

ea Research Environment Open Network) 및 상용 라우팅을 위한 KORNET (KOReatelecom interNET) 링크도 수용하고 있어 IPv4와 IPv6 이중 구조를 지원한다. 이러한 망 구조를 바탕으로 현재 KOREN IPv6망에서 6Bone 시험주소와 한국통신이 APNIC(Asia Pacific Network Information Center)로부터 받은 공식주소를 함께 사용하여 IPv6주소 할당을 실험중이다[12].

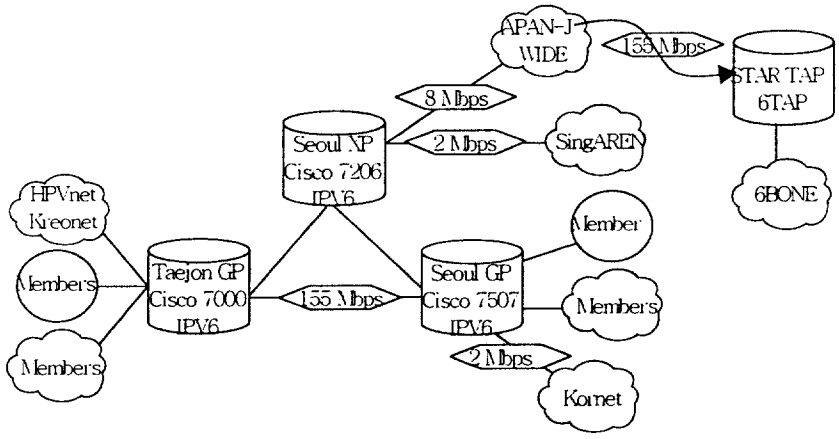


그림 3.5 KOREN IPv6 망 구성도

2) 6Bone - KR

6Bone이란 IPv6를 동작하고 실험하기 위한 국제적인 실험망으로써, IETF NGTrans(Next Generation Transition) WG에서 6Bone의 transition에 대한 여러 가지 작업을 수행 중에 있다[13]. 국내에서는 국제 6Bone에 연결되어 국내의 IPv6 개발과 연구 촉진, 네트워크 발전을 위한 실험망인 6Bone KR(IPv6 Backbone KoRea)이 있으며, pTLA(psuedo Top Level Aggregation identify-ier)인 ETRI/KR, 3ffe:2e00::/24를 기반으로 국내

변환을 체계적으로 추진중이다. 현재 6Bone - KR 구성은[그림 3.6]과 같으며, 한국전자 통신연구원에서 주관하고 해외 6Bone과의 터널 연결을 통해 구축되어 IPv6 주소 할당 서비스 및 시범 사이트를 운용하고 있다. 더불어 여러 연구소 및 대학들과 연동하여 국내 IPv6망 확산을 촉진시키고 있다[14].

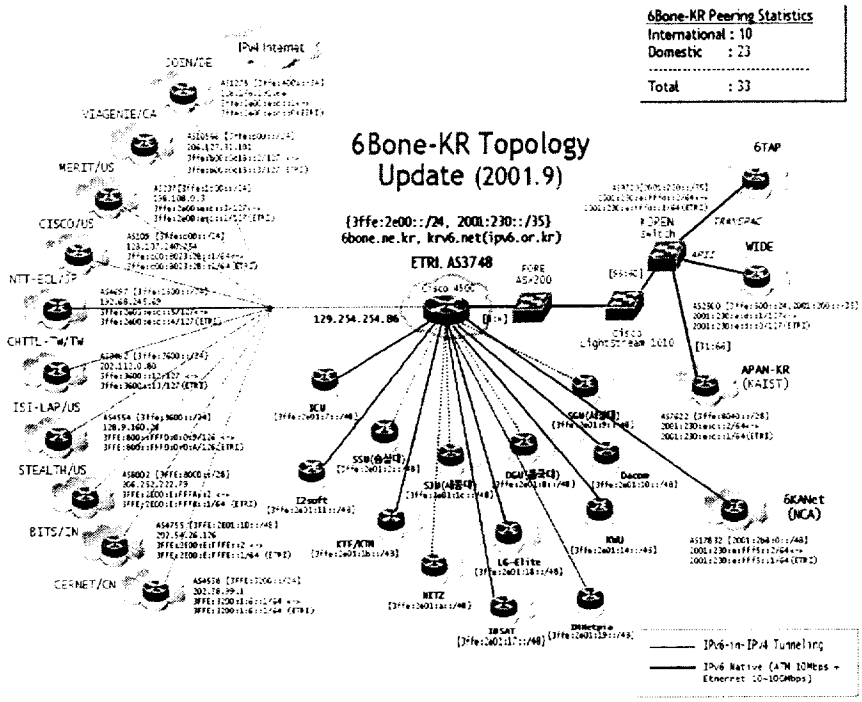


그림 3.6 6Bone - KR

지금까지 해외 및 국내에서 운용중인 IPv6기반 차세대 인터넷의 운용 현황 및 서비스 현황을 살펴 보았다. 현재 각국의 IPv6망은 차세대 인터넷의 기술을 적용하고 개발하는데 주 목적을 두고 운용하고 있으며, IPv4에서 IPv6로의 망 전이를 위한 중요한 기본 단계로 활용하고 있다.

2. IPv6 시험망 구축

가. IPv6 시험망 구성도

본 실험에 사용된 IPv6 네트워크는 순수 IPv6 over ATM 방식으로 구축되어 그림 3.7과 같다. 각각의 실험실 LAN(Local Area Network)은 AS 9270의 KOREN을 통하여 미국 시카고의 6TAP과 연결되어 안정적인 국제 IPv6 네트워크를 통한 실험이 가능하다. 또한 운영체제 간의 상호운용성 파악을 위해 Windows 2000 PC, FreeBSD 3.5.1 PC, Solaris 7 및 Solaris 8 워크스테이션등 다양한 단말을 사용하였고, 이들 사이는 매우 안정적인 운용 결과가 나왔다. 그러나 IPv6의 터널링 방식은 QoS 측면에서 만족스럽지 않은 결과를 보여 향후 이러한 측면의 연구를 계획중이다[15].

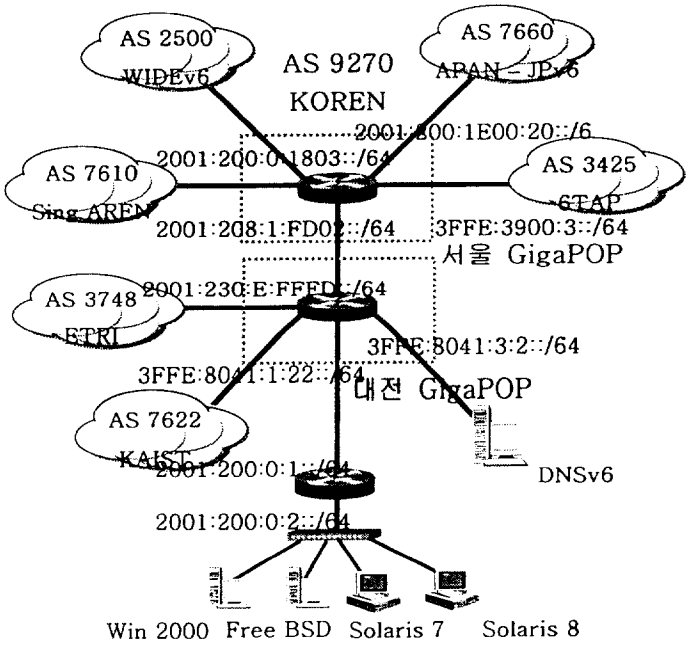


그림 3.7 IPv6 시험 망 구성도

나. IPv6 시험망 주소체계

본 실험에 사용된 IPv6 주소는 ICANN(Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) 산하의 인터넷 주소관리 기관인 APNIC에서 할당받은 sTLA 2001:220::/35 주소공간에 있는 공식 주소이다.

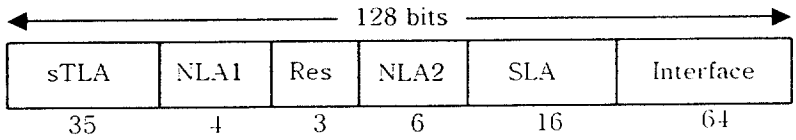


그림 3.8 적용된 IPv6 주소체계

APNIC은 sTLA(sub Top Level Aggregation identifier)를 할당받은 ISP(Internet Service Provider)가 주소를 배정할 때, /48 prefix로 가입기관에 IPv6 공식주소를 배정하도록 규정하고 있다. 이에 따라 2001:220::/35 sTLA는 그림 3.8과 같은 주소체계를 수용하게 되었다[16].
여기서 NLA1(Next Level Aggregation identifier 1)은 ISP사업자 또는 여러 기관의 공동 연구 프로젝트 사업 규모로 할당되는 주소 공간이고, NLA2는 학교, 회사, 연구소 등에 할당하는 주소 공간을 의미 한다. 그리고 SLA(Site Level Aggregation identifier)는 NLA 기관에 의해 가입자들에게 자율적으로 할당되는 주소 공간이다. 사용자 단말의 LAN 카드에는 MAC(Media Access Control)주소가 정해져 있다. MAC 주소로부터 EUI-64 주소가 도출되면 이는 IPv6 주소체계에서 Interface 64비트로 사용되며, IPv6 라우터는 128비트의 IPv6 주소에서 상위 64비트를 결정하여 사용자 단말에 보내준다. 이러한 과정으로 사용자 단말의 128비트 IPv6 주소는 자동으로 설정된다. 본 실험에 사용된 라우터는 2001:220:0:2::/64

를 단말에 보내도록 설정하였다. 이러한 자동 설정기능은 모든 단말에서 원활히 수행되었다.

IPv6 공식주소는 현재 /35 prefix로 ISP에게 할당되고 있다. 그리고 /48 prefix로 가입기관에게 주소를 배정하도록 규정되어 있다. 실제로 ISP가 IPv6 주소계획을 결정할 때, 고려될 수 있는 부분은 13비트 NLA(Next Level Aggregation)부분으로 제한된다. 만일 한 ISP가 IPv6 네트워크와 관련하여 여러 사업을 시도한다면, 각 사업 별로 sTLA를 할당받는 것이 주소 체계 계획에 있어서 무리가 없다.

DNSv6(Domain Name System version 6)는 FreeBSD PC에 BIND(Berkeley Internet Name Daemon)설치 8 방식으로 구현되었다. BIND 8은 IPv6에 대해 "AAA(Authorization, Authentication and Accounting)" 을 지칭하는 구분자를 사용하고 있다. 최근에는 "A6" 구분자를 사용하는 DNSv6가 제안되고 있으며, 이를 수용한 것은 BIND 9이다.

3. IPv6 망 적용에 따른 문제점

기존의 인터넷을 한 순간에 순수 IPv6망으로 전이 시키는 것은 엄청난 비용으로 인해 거의 불가능한 일이므로, 현재 IPv6 적용은 IPv4 망과의 연동을 통해 점진적으로 이루어져야 한다. 그러나 IPv4와 IPv6가 기본적으로 지원하는 기능상의 차이는 두 망의 연동에 많은 문제점을 야기 시켰다. 따라서 IPv4 망과 IPv6 망 연동에 따른 문제점들을 QoS 측면, Multicast 측면, Mobility 측면에서 분석한다.

가. QoS 측면

실시간 특성을 가지는 멀티미디어 데이터들과 패킷 손실에 민감한 데

이터들은 신뢰성 있는 전송을 요구하며, 이러한 요구를 지원하기 위해 필요한 기술이 QoS이다. 즉, 전달되는 패킷의 지연시간과 지연 변이 및 패킷의 손실 정도를 제공되는 서비스에 따라 차별화 시켜 요구사항을 충족 시켜준다는 것이 QoS의 기본 개념이다. 따라서 IPv6에서는 Traffic Class 필드와 Flow Label 필드를 이용하여 각 패킷에 서로 다른 우선 순위를 부여하고, 해당 패킷이 속해있는 플로우에 대한 정보를 표시하여 QoS를 지원해준다. 그러나 IPv4 망에서 패킷의 전송 경로상에 존재하는 모든 라우터는 패킷의 분류를 위해 IP 헤더뿐만 아니라 TCP 헤더도 검사해야 하는 계층 위반 행위가 발생한다. 그 외에도 IPv4 헤더의 Header Checksum 필드와 Option 필드가 전송 경로 상의 모든 노드에서 처리 됨으로써 전송 지연을 야기시켜 IPv4와 IPv6 망 연동 시 종단간 QoS 보장을 저해하는 요소로 작용한다. 또한 IPSec과 같은 보안 메커니즘을 함께 사용 할 경우, IPv4에서는 TCP 헤더가 암호화되므로 라우터에서 플로우를 식별 할 수 없는 문제가 발생하여 강력한 QoS를 보장 할 수 없다.

나. Multicast 측면

Multicast란 송신자 입장에서 여러 수신자들에게 한번에 데이터를 전송하는 방법으로 실시간 서비스 제공 시 필수 불가결하며, IPv6에서는 이러한 멀티캐스트 기능을 기본으로 지원하고 있다. 반면, IPv4는 멀티캐스트를 구현할 수는 있지만 기본적으로 지원하지 않으므로 현재 IPv6 연구는 IPv4와 IPv6 연동 시 멀티캐스트 망을 구축하는데 있어서 터널링 방법을 사용한다. 그러나 Best Effort 서비스만을 지원하는 기존 인터넷 기반에서 터널링 방식 적용은 다음과 같은 문제점들을 야기시켰다.

먼저, IPv6를 기반으로 구축된 망에서는 각 노드들이 기본적으로 멀티

캐스트 주소를 가진 패킷을 처리할 수 있기 때문에 별도의 터널링이 필요 없었으나, IPv4 망에서의 각 라우터들은 터널링에 대한 정보를 계속 유지해야 하는 오버헤드가 발생했다. 라우터에서 패킷을 처리하는데 따르는 또 하나의 오버헤드는 멀티캐스트 스코프(scope) 처리 문제이다. 스코프 ID는 멀티캐스트 패킷이 전송 될 때 패킷의 전송 범위를 제한하는 중요한 역할을 한다. IPv6에서는 멀티캐스트를 위해 주소 내에 고정적으로 스코프 ID를 위한 필드를 할당하여 라우터에서 추가적인 헤더 검사를 거치지 않고 목적지 주소만으로 패킷 전달에 관련된 모든 사항을 결정 할 수 있다. 그러나 IPv4의 경우 스코프 ID를 표시하기 위한 별도의 필드가 존재하지 않기 때문에 IPv4 헤더의 TTL 필드를 이용하여 스코프 ID를 표시하고 있다. 이로 인해 패킷을 전달 받은 라우터에서는 멀티캐스트 패킷의 전송을 위해 IP 헤더를 검사하여 전송 범위를 정하는 오버헤드를 가지게 되었다. 이와 같은 오버 헤드들은 종단간의 패킷 전송 지연을 야기시킴으로써 만족한 실시간 서비스를 제공을 목적으로 한 IPv6 멀티캐스트 기능을 제대로 지원해주지 못하고 있다.

다. Mobility 측면

무선 서비스는 고정 인터넷과 달리 언제 어디서든지 서비스를 제공받을 수 있도록 항상 온라인 상태로 휴대 되어지는 특징을 지니고 있으며, 무선 인터넷 서비스를 원활히 제공하기 위해서 Mobility는 반드시 전제되어야 할 사항이다. 따라서 IPv6에서는 IP주소의 정적 할당을 통하여 Mobility를 제공하며, 바인딩 캐쉬와 자동 주소 설정 등의 기능들을 지원하여 이동성을 향상시킨다. 그러나 IPv4망과 IPv6망 연동 시, 종단간 IP주소를 필요로 하는 화상채팅이나 VoIP(Voice over IP) 데이터 전송

경우에는 IPv4의 동적 주소 할당 방식으로 인하여 이동 단말기가 서비스를 요청 받는 상태, 즉 MT(Mobile Termination)상태의 서비스를 제대로 수행 할 수 없는 문제가 발생했다. 또한 현재 웹과 같은 방식의 pull패턴 무선 인터넷 서비스 요구가 상대방의 단말을 목적지로 하는 PTP(Peer To Peer)서비스 형태로 발전 할 경우, IPv4 주소의 동적 할당은 종단간 Mobility 요구를 만족시킬 수 없으므로 IPv6 망 적용 과정에서 심각히 고려되어지고 있다.

4. IPv4 와 IPv6 간의 연동/변환 기술

IPv6로의 이동은 어느 한 시점을 기준으로 순간적으로 이루어지지 않는다. 더욱이 IPv4에서 지원할 수 있는 자원이 수년 내에 고갈 될 것으로 보임에 따라 IPv6로의 전이가 빨리 이루어질 전망이며, 향후 상당기간 동안 IPv4와 IPv6는 공존 할 수 밖에 없다. 그림 3.9는 IPv4와 IPv6가 공존하는 망구조와 또 IPv6로의 망 전이를 위해서 필요한 기술을 도식화 보여 보여주고 있다. 공존에 있어서 요구되는 사항은 점진적으로

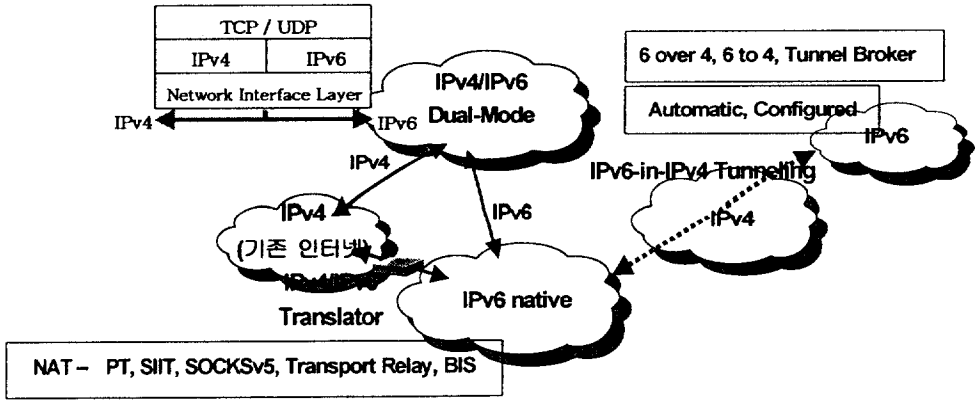


그림 3.9 IPv4와 IPv6 혼용 망

교체 및 업그레이드가 될 수 있도록 충분한 융통성이 보장되어야 하는 것과 기존 IPv4와의 연동성이다. 그러므로 IPv4가 완전히 사라지는 날까지는 IPv4/IPv6 translator 와 관련 이전기술의 개발이 IPv6의 성공을 좌우하는 가장 중요한 핵심이다.

따라서 IPv6 기반 차세대 인터넷의 발전방향을 제시하기 앞서 IPv4와 IPv6 연동 및 변환 기술을 분석한다.

가. IPv4 와 IPv6 연동기술

1) Dual stack 기법

기존 IPv4 호스트와 라우터에 소프트웨어를 설치하여 IPv4와 IPv6 모두 통신이 이루어 지도록 하는 기술로 기존 호스트나 라우터를 쉽게 업그레이드 할 수 있는 방법이다.

2) Tunneling 기법

Tunneling 기법은 IPv6 데이터를 단순히 IPv4 패킷에 캡슐화 하여 전송하는 방법으로 기존 라우팅 시스템을 사용 가능케 하는 장점을 지니고 있으며, Automatic Tunneling, Configured Tunneling, Tunnel Brooker,6 over 4, 및 6 to 4 방식 등이 있다.

먼저 Automatic Tunneling은 IPv4 호환 주소를 사용 할 수 있을 때 사용한다. 즉, IPv6 데이터그램이 IPv4 네트워크 경계에 도달하면 IPv4 데이터그램은 IPv4로 된 목적지 주소를 가져야 하므로 라우터는 IPv6 패킷의 목적지에 담겨진 IPv4 주소를 뽑아내서 자신의 목적지 주소로 삼는 방법이다.

Configured tunneling은 Automatic과 상반되는 개념으로 IPv4 호환 주

소를 이용할 수 없을 때 사용하며, IPv6의 목적지 주소가 IPv4 호환 주소가 아니기 때문에 터널링 될 데이터그램을 위해 사용할 IPv4 목적지를 따로 지정하는 방법이다. 이 경우 IPv4 데이터그램의 발신지 주소와 목적지 주소는 발신 호스트와 수신 호스트를 담당하는 두 라우터의 주소를 지정하고, 이 데이터그램이 목적지 주소에 도착하면, 라우터는 내부의 IPv6 데이터그램을 뽑아내서 진짜 목적지로 전송한다[17].

다음으로 TB(Tunnel Broker)는 IPv6 ISP의 역할을 하면서 IPv4너머로 IPv6 터널을 만들어 주어서 IPv4 호스트가 IPv6 호스트와 통신할 수 있도록 해주는 방법이다. 즉, IPv4/IPv6 이중 구조 호스트가 IPv4 네트워크 너머에 있는 IPv6 호스트와 통신을 위해 TB에게 IPv4 웹 브라우저를 이용하여 터널을 요구하면, TB는 자신이 가지고 있는 IPv6 IP Pool에서 한 개의 주소를 할당하고 DNS 서버는 자동으로 갱신된다. TB는 사용자의 행동에 의하여 터널을 만들고 수정하고 없애는 역할을 수행하며 터널 서버는 이중 구조 라우터로서 TB의 주소 설정 순서를 수신하여 각 터널의 서버 측을 생성,수정,삭제하는 역할을 수행한다[18].

6 over 4 기법은 한 사이트 내에서 고립된 IPv6 호스트들이 IPv4 데이터그램 내 IPv6 데이터를 담아 IPv4 하부 구조를 건너서 통신하는 방법으로 다른 터널링 방법과의 차이는 IPv4 멀티캐스팅을 이용하는 것이다[19]. 따라서 IPv4 멀티캐스팅이 지원되는 환경의 하부 구조라면 터널링 방법 중 가장 효과적이다.

6 to 4 기법은 IPv4 도메인을 사이에 둔 IPv6 두 도메인간의 통신을 위한 방법으로 IPv6 도메인의 출구 라우터와 다른 IPv6 도메인 입구 라우터간에 터널을 형성하게 된다. 주된 아이디어는 IPv6의 prefix를 이용하는 것으로 prefix는 6 to 4 TLA(Top Level Address) 주소에 NLA를 더해서 유일하게 만들어지며 터널링을 담당하는 입 또는 출구 라우터의

IPv4 주소를 의미한다[20]. 그러나 IPv4호스트와의 통신방법이 아니므로 라우터에서 별도의 변환기법이 필요하다.

나. IPv4 와 IPv6 간 변환기술

게이트웨이 측면에서의 변환 기술은 IPv4와 IPv6 전용 노드간 통신이 가능 하도록 IPv4와 IPv6 상호간에 주소와 프로토콜 형태를 변화 시키는 기술로 SIIT(Stateless Internet protocol and Internet control management protocol Translation), NAT-PT(Network Address Translation Protocol Translation), SOCKSv5(SOCKS protocol version 5),BIS(Bump In the Stack),Transport Relay 방식들이 있다.

1) SIIT

Stateless란 의미는 모든 패킷 마다 변환작업이 필요하다는 것으로 NAT-PT와 함께 사용된다. 즉, SIIT는 연결된 어드레스 풀로부터 일시적인 IPv4 주소를 할당 받아 기존의 IPv6 헤더를 제거하고 변환된 IPv4 헤더를 부착하여 목적지로 전송한다. 이때 트랜스포트 계층의 헤더와 데이터 부분은 변하지 않는다[21]. 이 방식은 IPv4와 IPv6의 ICMP(Internet Con-trol Management Protocol)를 포함한 헤더를 변환하는데, 기존에 설정된 연결 상태에 대한 참조 없이 독립된 변환 Box를 사용하는 장점을 갖는다. 그에 반해, Header Checksum 재계산 문제가 남아있고 IPv4 옵션 및 IPv6 확장헤더를 사용하지 못하며, 조작화 과정이 복잡하다.

2) NAT - PT

IPv4에서 사용되고 있는 NAT와 동일한 방식으로, NAT-PT의 풀에 있는

IPv4 주소들을 IPv6 단말에 일시적으로 할당하는 기술이며 SIIT의 IP헤더 변환기술을 그대로 사용한다. 이 방식은 구현구조가 간단하나, 세션이 지속되는 동안 이 알고리즘이 탑재된 동일한 라우터만을 사용해야 하는 제약이 따른다[22]. 따라서 하위망에서 발신 또는 착신되는 모든 패킷들은 망의 경계점에 있는 이 라우터를 통해서만 통신이 가능하게 된다. 또한, 토폴로지 구성상 적용하기 어려운 경우가 있다.

3) SOCKSv5

이미 완성되어 있는 SOCKS 프로토콜을 이용하여 IPv4와 IPv6간의 통신을 가능하게 해주는 방법이다. SOCKS를 이용한 IPv4/IPv6 게이트웨이 구조는 종단된 IPv6와 IPv4를 응용계층에서 연결하게 되어 있으며, Socksifying 기법을 이용할 경우 DNS 서버의 수정이 필요치 않게 된다[23]. 즉, DNS 수정과 주소 매핑 작업 등이 불필요 하며, 여러 가지 형태의 연결 구조와 충분한 인증 방법들을 제공한다. 그러나 SOCKS용 어플리케이션이 추가된 호스트끼리만 통신이 가능하며 통신 절차가 복잡한 단점이 있다.

4) BIS

IPv4로 밖에 대응되지 않는 단말을 IPv4와 IPv6의 양쪽으로 통신이 가능한 이중 구조 단말로 만들어 주는 기술이다. 즉, 단말측에 설치한 후 IPv4 프로토콜 스택에서 네트워크 송출되고자 하는 패킷을 가로채어 필요에 따라 IPv6 패킷으로 변환함으로써 IPv4 응용프로그램을 IPv6 단말에서 이용할 수 있다[24]. 이 방식의 장점은 IPv6 도메인 내에 있는 IPv4 호스트를 간단한 소프트웨어 설치로 마치 IPv6 호스트처럼 사용하게

해준다는 것이다. 그러나 IPv6 도메인 외부에 있을 때는 사용할 수 없으므로 별도의 변환 프로토콜이 필요하다.

5) Transport Relay

IPv6/IPv4 호환을 NAT-PT와 달리 IP 계층에서 처리하지 않고, TCP와 UDP 계층에서 처리하도록 한 기술로 IPv6와 IPv4의 헤더 구조 차이를 극복할 수 있다[25]. 따라서 Transport Relay 시스템은 이중 스택 구조를 지닌 라우터나 서버에 구현될 수도 있고, 현재 공식적으로 표준화되지 않은 상태다.

Ⅳ. IPv6 기반 차세대 인터넷 발전 방향

3장에서는 현재 IPv6 기반 차세대 인터넷 운용현황을 살펴 보았고, 차세대 인터넷으로 가기 위한 노력으로 순수 IPv6 시험망을 구축하여 연구하였다. 또한 IPv6 망 적용 과정에서 거쳐야 할 기존 IPv4 망과의 연동도 IPv6 관련 연구로 수행중이다. 그러나 IPv4 망과 IPv6 망 연동 시 두 프로토콜이 지닌 상반된 특징들로 인해 QoS 측면과 Multicast 측면 및 Mobility 측면에서 심각한 문제점들을 야기되었고, 이러한 문제점들을 해결하면서 IPv6로의 망 전이를 전개해 나가야 한다.

그러므로 본 논문에서는 IPv6 기반 차세대 인터넷에서 만족한 서비스를 제공할 수 있는 네트워크 및 기술적인 측면에서의 발전 방안을 제시하고자 한다.

1. 네트워크 측면에서의 발전 방안

가. IPv4 에서 IPv6 로의 망 전이

IPv4 체계에서 IPv6로의 전환은 필연적이지만 망 전환에 소요되는 비용 때문에 서로가 공존하는 과도기를 거칠 것이다. 즉, IPv6가 도입 이후 일반화되기까지 약 10년 정도의 과도기가 필요할 것으로 판단 되지만 전 세계적으로 완벽한 수준의 순수 IPv6 망의 구축에는 보다 많은 시간이 걸릴 것이다. 이런 이유 때문에 많은 기업들이 지금 당장 IPv6 망으로 전환하기 보다는 IPv4 망을 활용하면서 IPv6 망에서도 사용 가능한 호환 체제를 선호할 것이 분명하다.

따라서 IPv4 망에서 IPv6 망으로의 전이 과정을 4 단계로 나누어 네트워크 측면에서의 발전 방안을 제시하고자 한다.

1) 1 단계 (현재 IPv4 망/IPv6 실험)

1단계는 그림 4.1과 같이, 현재 IPv4 망과 몇몇 IPv6 호스트와 IPv6 라우터를 설치한 소규모 IPv6 실험망으로 구성된 전이단계이다. 이 단계에서는 간단한 네트워크 서비스를 제공할 수 있고 간단한 응용프로그램을 작동시킬 수 있다. 즉, DNS와 WWW server를 이용한 서비스를 제공할 수 있으며, IPv6/IPv4 Translator와 듀얼 라우터를 이용해 IPv4 인터넷과 연동을 테스트 한다. 또한 현재 IPv4 인터넷 주소의 효율적 관리를 병행하고, 국가차원의 IPv6 국내 주소체계 수립 및 어드레스 블록을 할당 해야 하며, 국내 IPv6의 수요 조사 및 관련 ISP 요구사항을 수집하는 단계이다.

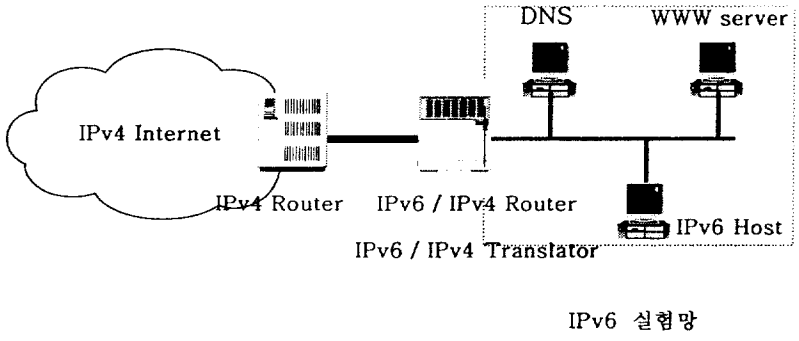


그림 4.1 IPv4와 IPv6 실험 망 (1단계)

2) 2 단계 (IPv4 망/IPv6 소규모 망)

2단계는 대규모 IPv4 망과 지역적으로 분산된 IPv6 연구 네트워크를 통합하여 서로 연결한 소규모의 IPv6가 혼재하는 단계로서 그림 4.2의 망 구성도를 가진다. 이때는 컴퓨터 단말,이동전화(IMT-2000),가전제품(인터넷 TV)등에 IPv6 주소가 도입 되고 IPv6 도메인 내의 IPv6 주소를

수용하는 DNS를 업그레이드 해야 한다. 또한 IPv6 OS 및 각종 응용 Program이 업그레이드 되는 단계이며, 각각의 IPv6 통합 네트워크는 IPv4 인터넷을 통해 서로 터널링 연결을 할 수 있도록 한다.

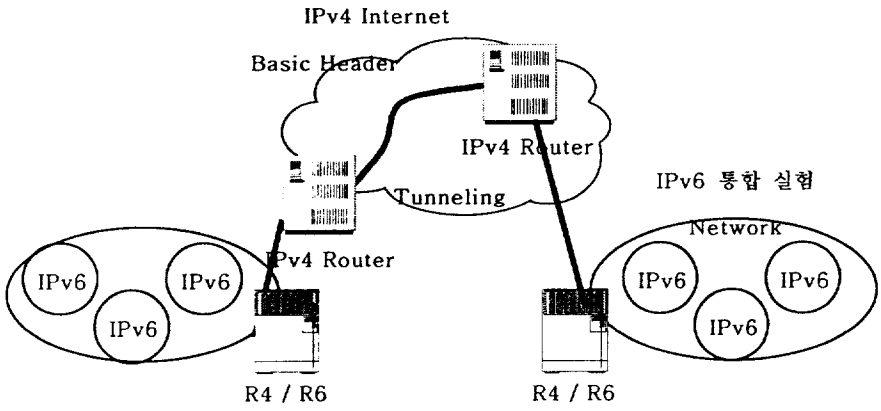


그림 4.2 지역적 IPv6 통합 실험 망 (2 단계)

3) 3 단계 (IPv4 소규모 망/IPv6 대규모 망)

3단계는 IPv4 소규모 망 과 IPv6 대규모 망으로 이루어진 단계이다. 그림 4.3에서 보여지듯, 여기서는 대규모 IPv6 망이 기존의 IPv4 망과 IPv4/IPv6 Translator와 듀얼 라우터를 통해서 통신한다. 또한 IPv4 ISP는 IPv4 사용자와 대규모 IPv6 망과의 연결을 제공하기 위해서 IPv4/IPv6 Translator와 듀얼 라우터를 설치하여 연동을 해야 한다. 따라서 이 단계에서는 컴퓨터 단말쪽에 IPv6주소 도입이 보편화 되고, 모든 DNS가 IPv6을 수용하도록 업그레이드 되어 모든 IPv6망이 보편화되는 단계이다.

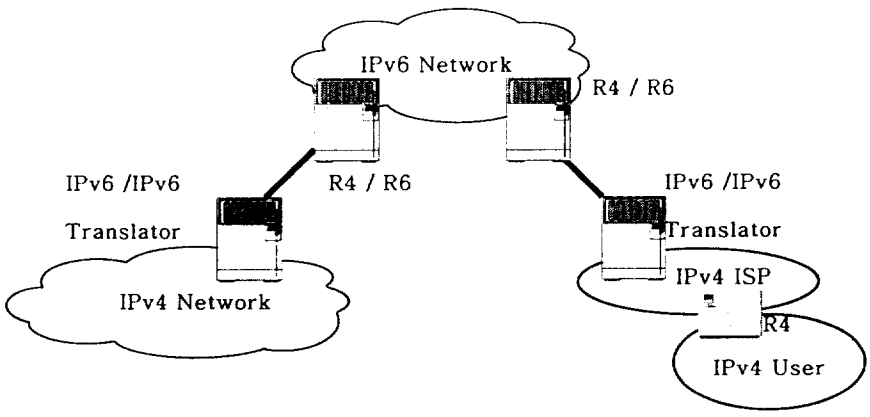


그림 4.3 소규모 IPv4망과 IPv6(연구망+ISP+Exchange)망 (3단계)

4) 4 단계 (Native IPv6 망)

마지막으로 4단계는 IPv4 네트워크가 감소하여 Native IPv6 망이 형성된 단계이며 그림 4.4처럼 나타난다. 기존의 IPv4 ISP는 모든 장비를 IPv6로 업그레이드 되고, 모든 네트워크는 IPv6 백본망에 연결되며, IPv6 트래픽의 증가로 인해 IPv6 Exchange를 설치하여 IPv6로 구성된 차

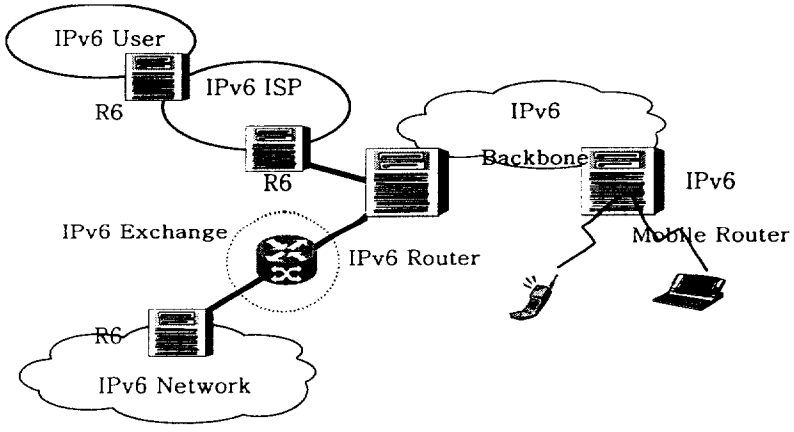


그림 4.4 Native IPv6 망 (4단계)

세대 인터넷이 보편화 된다. 또한 IPv6 사용자에게 다양한 서비스를 제공할 수 있게 되며, 무선인터넷의 보급으로 인해서 IPv6 무선 터미널이 IPv6 무선 라우터를 통해 통신이 가능하게 된다.

나. IPv4 에서 IPv6 로의 망 전이 세부 방안

IPv6가 도입 된다는 것은 기존의 IPv4 망이 일시적으로 IPv6 망으로 변한다는 것을 의미하지 않으므로 많은 시간과 자본이 요구되는 작업이다. 물론 기존의 IPv4 망을 IPv6 망으로 모두 교체하려는 목표로 IETF의 6Bone 계획은 시작되었으나, 전세계에 펼쳐져 있는 기존의 IPv4 망을 IPv6 망으로 진화 시키는 문제는 쉽지 않다. 따라서 단계별로 좀 더 세부적인 필요 과정을 논의하고자 한다.

1) 1 단계 (현재 IPv4 망/IPv6 실험 망)

1단계는 현재 진행되거나 가까운 시일 내에 필요한 작업들이 진행되어야 한다. 현재 IPv6 망은 많은 장점에도 불구하고 IPv4와의 상호연동 문제와 IPv6 어플리케이션의 부족, NAT(Network Address Translation)만으로 만족하는 ISP 업체의 인식문제, IPv6 마케팅의 부족으로 인해 해결할 많은 문제들을 가지고 있다. 따라서 우선적으로 현재 실시되고 있는 IPv6 실험망과 선도망을 통한 IPv6 망 관리와 IPv4 망과의 상호연동 문제의 검증을 확실히 다져야 한다. 그리고 불가피하게 IPv4와 IPv6는 앞으로 오랫동안 공존하기 때문에 IPv4와 IPv6 간 상호연동 기술을 확보해야 한다. 예를 들면, IPv4/IPv6 Dual Stack과 6over4, 6to4, TB등의 터널링 기술과 NAT- PT /SIIT, BIS, SOCKS Gateway, TCP/UDP Relay 등의 Transition 기술 확보가 필요하다.

다음으로 수행되어야 할 사항은 IPv6 주소 할당 작업으로, 현재 우리나라의 IPv6 주소 할당은 매우 더디게 진행되고 있다. 이는 ISP업체가 IPv6에 대한 인식이 부족으로 IPv6 주소 확보에 큰 관심을 보이고 있지 않기 때문이며, 따라서 IPv6 주소 등록기관의 확대를 통해 IPv6 주소 공급에 노력해야 한다. 또한 IPv6 마케팅에도 주력해야 한다. 물론 IPv6가 IPv4보다 기술적으로 우위에 있다는 것은 검증된 바지만 업체의 기대와 어긋나게 된다면 외면 받는 기술이 된다. 그러므로 IPv6 포럼의 저변 확대와 교육 메커니즘 확립, 수익성 모델 제시를 통해 IPv6 마케팅의 역량을 강화해야 한다. 이어서 IPv6 어플리케이션의 개발과 현재 사용되는 IPv4 어플리케이션을 IPv6 어플리케이션으로 포팅하는 작업이 필요하다. 물론 모든 어플리케이션을 바꿀 필요는 없지만 중요 어플리케이션의 포팅 작업과 테스트 작업 완료되어야 한다.

2) 2 단계 (IPv4 망/IPv6 소규모 망)

무선인터넷과 홈 네트워킹은 IPv6 서비스가 가장 먼저 시도될 분야로서, 이는 유선 IPv6 망 확장과 동시에 일어날 것이다. 따라서 IPv6 망을 확장하기 위해서는 우선 IPv6 서브넷을 증가시켜야 한다. 즉, 하나의 서브넷에 하나의 IPv6 호스트의 사용부터 시작해서 하나의 서브넷을 모두 IPv6 호스트로 구성하는 도메인의 확대가 필요하다. 그러기 위해서는 IPv4와의 상호연동을 위한 IPv4/IPv6 변환기가 공급되고 DNS 서버도 업그레이드 되어야 하며, IPv6 호스트로 동작하기 위한 IPv6 스택이 필요하다. 현재는 IPv6 스택을 추가로 운영체제에 설치하고 있지만 앞으로 각 운영체제에서는 IPv6을 기반으로 출시될 예정이다. 그리고 차후 무선인터넷의 IPv6 서비스와 유선 IPv6 망의 확장이 일반화되면 이 둘의 상

호연동 서비스도 고려해야 한다. 또한 IPv6의 어플리케이션의 공급이 필요하며, IPv6의 장점인 종단간 네트워킹을 이용하여 기존의 IPv4와 차별성을 가진 어플리케이션 개발에 주력해야 한다. 예를 들어 IPSec, VoIP, 실시간 비디오와 오디오 서비스 및 멀티캐스트를 이용한 서비스를 개발해야 한다.

3) 3 단계 (IPv4 소규모 망/IPv6 대규모 망)

기존의 소규모 IPv6 서브넷이 아닌 IPv6 단일망으로 구성된 네트워크를 형성하기 위해서는 IPv6에 적합한 컨텐츠와 서비스 공급 및 ISP 업체의 적극적인 참여가 이루어져야 한다. 또한 무선 인터넷과 홈 네트워킹 시장을 위한 컨텐츠 업체와 확고한 기술력과 공급력을 갖춘 IPv6 장비업체도 활성화 되어야 한다. 물론 IP 주소가 부족하지 않거나 IPv6 적합한 서비스를 받을 필요가 없는 네트워크에서는 계속적인 IPv4의 사용이 예상되며, 순수 IPv6망을 실현하기에는 어려움이 존재할 것이다. 그러나 이러한 문제점들은 IPv6 컨텐츠를 일반화 시키는 과정을 통하여 해결해야 한다.

4) 4 단계 (Native IPv6 망)

순수 IPv6 망을 구축하기 위한 방안으로 발전하는 차세대 인터넷 기술들과 IPv6의 장점을 활용한 서비스들을 보편화 시키고, 가정의 모든 정보 단말과 전자 제품 및 개인을 중심으로 IP를 부여한다. 그리고 이 모든 단말기를 IPv6 백본망에 연결시켜 다양한 서비스를 제공한다.

2. 서비스 측면에서의 발전 방향

향후 적용될 차세대 인터넷망은 단순히 기존 인터넷보다 좀더 빠른 인터넷만을 의미하는 것은 아니다. 앞 절에서 언급한 대로 기존 인터넷의 단점을 극복 하면서도 앞으로 대두될 새로운 인터넷 응용들을 수용 할 수 있어야 한다는 것이 차세대 인터넷이 가지고 있는 특성이다.

따라서 서비스 측면에서 IPv6기반 차세대 인터넷의 발전 모습을 네트워크 발전 단계에 따라 다음과 같이 제시하고자 한다.

먼저 현재 IPv4 망에서 IPv6 실험망을 연동하는 단계에서는, 단순한 텍스트 위주의 Telnet, FTP(File Transfer Protocol), News, Email등의 기존 인터넷 서비스가 기본적으로 제공 되어진다. 여기에 BBS(Bulletin Board System)와 네트워크 게임 및 정보 검색 등의 웹 서비스가 활성화 되며, 더불어 IPv6에 내장된 IPsec이라는 보안관련 프로토콜을 이용하여 암호화와 데이터 보존 및 인증서비스를 쉽게 구현 할 수 있어 홈 뱅킹이나 전자상거래 등의 서비스가 대두되어진다.

IPv4 망과 IPv6 소규모 망이 혼재하는 2단계에서는, 컴퓨터 단말과 전자제품등에 IPv6 주소가 도입 되고 OS(Operating System) 및 각종 응용 프로그램들이 IPv6로 업그레이드됨으로써, 정보가전을 활용한 사이버 오피스관련 응용서비스와 주문형 서비스(Video on Demand 등) 및 원격검침, 에너지 관리, 원격감시, 가사 자동화 기능을 제공하는 홈 오토메이션 관련 응용서비스 등의 서비스 망이 형성된다. 또한 IPv6에서 망내 지연시간이나 데이터 손실률 등을 자동 체크해주는 전송 품질서비스를 도입하고 고속회선을 사용하는 가입자와 저속모뎀을 사용하는 가입자 사이에도 전송되는 패킷을 특수 처리함으로써, QoS와 라우팅을 효과적으로 제공하여 VoIP(Voice over IP)나 그림 4.5와 같은 화상회의 등의 멀티미디어

데이터를 실시간으로 전송이 가능하다. 더불어 IMT-2000 (International Mobile Telecommunication - 2000)의 도입과 함께 IPv6의 자동 네트워킹 기능과 보안 기술을 활용한 무선 인터넷 서비스가 제공 되어진다.

그림 4.5 실시간 화상 회의

3 단계에서는 보편화된 IPv6 망에 소규모 IPv4 망이 공존하는 상태로, IPv6의 자동 네트워킹 기능으로 출장, 이사 등 이동 시 IP주소를 일일이 재 입력해야 하는 불편함 제거하여 네트워크간 이동 시에도 끊임 없이 인터넷 서비스 이용 가능하다. 또한 IPv6의 보안기능으로 개인정보, 비밀정보 등에 대한 정보보호 서비스 제공이 용이해지고, IPv6의 품질관리 기능으로 고성능 가상현실과 같은 고품질 멀티미디어 인터넷 서비스가 이용 가능하다. 즉, 기존의 인터넷은 ISP 중심에서 호스트로 서비스를 제공하는 방식이었으나 IPv6 망에서는 Plug & Play 실현과 보안 기술의 활용으로 이용자 환경이 신뢰성 및 편리성이 극대화되고, 가입자는 자신의 기호에 따라 최신기술을 이용한 고품질 망을 선택적으로 사용할 수 있는 사용자 중심의 서비스로 발전한다. 그 외에도 현재 ITU(International Telecommunications Union)에서 주도하고 있는 IMT-2000이 정착되면 그림 4.6처럼 많은 서비스가 무선 통신에서도 이루어 질 것으로 예

상되며, 기존 인터넷과 연동은 중요한 이슈로 등장할 것이다. 이 과정에서 고려되어야 할 문제는 무선 인터넷 서비스의 특성상 서비스 품질을 보장하는 QoS와 보안이며, IPv6는 QoS 지원과 함께 IPsec이라는 보안관련 프로토콜을 내장하고 있어 메시지의 발신지 확인, 암호화, 데이터 보존, 인증서비스를 쉽게 구현 할 수 있다. 더불어 IPv6의 주소 자동 인식(Plug and Play), 자동 설정(Auto-configuration) 및 변환(Renumbering) 기능도 유무선 통합 서비스들을 지원하여 위성을 통한 HDTV(High Definition Television)시청도 가능하다.

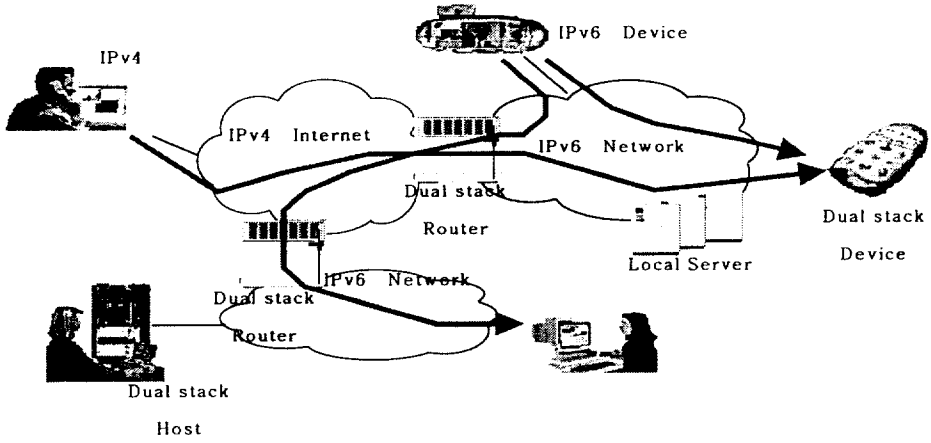


그림 4.6 이동 통신망에서 IPv6 적용

마지막으로 4단계인 순수 IPv6망에서는, 네트워크와 미디어 기술의 발전으로 인터넷 정보가전 제품들이 확대되어 각 가정에서도 홈 네트워킹(Home Networking) 환경을 구축되며, 여기에 무선 인터넷 서비스를 통한 방송망 및 각종 통신 망들이 어우러지면서 컴퓨터 중심이 아닌 방송/가전/통신의 통합 인터넷 망으로 변화되는 모습을 지닐 것이다. 여기에 IPv6가 강력한 보안 기능과 Lan, PPP, 케이블 및 IEEE1394등의 다양한

미디어들간에 이동성을 지원 해줌으로써, IPv6 기반 차세대 인터넷에서는 정보통신 서비스의 통합이 이루어진다.

3. 서비스 제공에 따른 기술 발전 방안

현재 IPv6망 도입으로 인해 제시될 수 있는 서비스 발전 방향을 앞 절에서 살펴보았다. 따라서 이러한 서비스들은 순수 IPv6망으로 가기 위해 거치는 IPv4 망과 IPv6망의 공존 상황에서도 제공되어야 하며, 현재 IPv6 망 관련 연구결과 IPv4망과 IPv6 망 연동 시 QoS와 Multicast 및 Mobility 측면에서 만족한 서비스들을 제공해주지 못했다. 따라서 본 논문에서는 향후 IPv6 기반의 인터넷 망으로 가는 과정에서 QoS와 Multicast 및 Mobility 기술들을 어떻게 적용해 나아갈 것인가를 고려하며, IPv6 네트워크가 적용되는 가장 일반적인 상황에 비추어 IPv6서비스 제공에 따른 기술 발전 방안을 제시하고자 한다.

가. QoS 와 Multicast 지원 망 전이

1) 1 단계 (Native IPv4 망)

순수 IPv4 망인 경우로, 그림 4.7은 현재 IPv4 기반의 인터넷에 적용될 수 있는 QoS와 멀티캐스트를 지원하는 네트워크 모델을 제시한 것이다. 기존 IPv4 기반의 인터넷에서는 QoS를 위하여 자원 예약 메커니즘인 RSVP를 사용하였다. 그러나 RSVP의 확장성 문제가 제기 되면서 인터넷 백본에서는 사용하기가 부적합하다고 판단되어, DiffServ라는 새로운 QoS 메커니즘을 사용하게 되었다. 따라서 소규모 지역 망에서는 RSVP, 백본 네트워크에서는 DIffServ 메커니즘을 사용한 새로운 QoS 아키텍처

가 등장하여 가장 실용적인 모델로 평가 받고 있다.

멀티캐스트를 위해서는 Mbone이라는 가상망이 구축되어 각 라우터끼리 서로 터널링을 통해 멀티캐스트 메커니즘을 구현하고 있으며. 이는 IPv4 기반의 인터넷에서 멀티캐스트를 지원하는 사실상 유일한 네트워크 모델이라 할 수 있다.

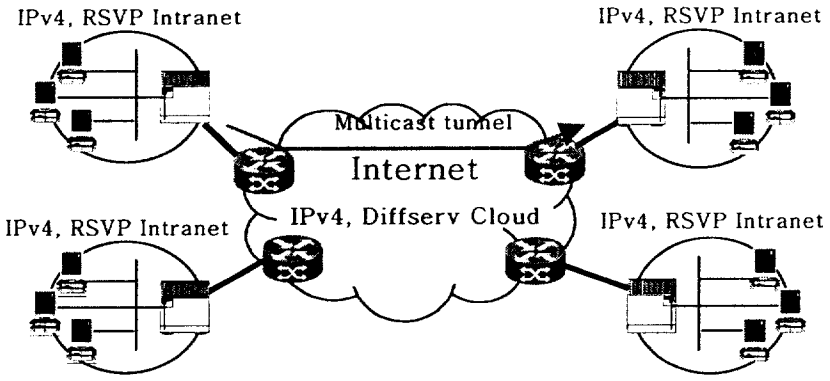


그림 4.7 Native IPv4 망에서 QoS 와 Multicast 지원 모델

2) 2 단계 (IPv6 소규모 지역망)

IPv6가 테스트망 정도의 소규모 지역망을 형성하고 있는 경우로, 현재의 네트워크 모델과 가장 유사한 단계라고 할 수 있다. 그림 4.8은 IPv6가 소규모 지역망을 형성하고 있는 경우에 적용 가능한 QoS와 멀티캐스트를 지원하는 네트워크 모델이다. 소규모 적으로 IPv6 망이 존재한다는 것 외에 단계 1에서의 모델과 별 차이가 없다. 따라서 기존의 QoS와 멀티캐스트 지원 모델을 그대로 적용할 수 있다. 다만 IPv6 소규모 망을 위해 IPv6를 지원하는 RSVP 프로토콜이 필요하며 터널링을 통한 멀티캐스트 구현이 가능하다.

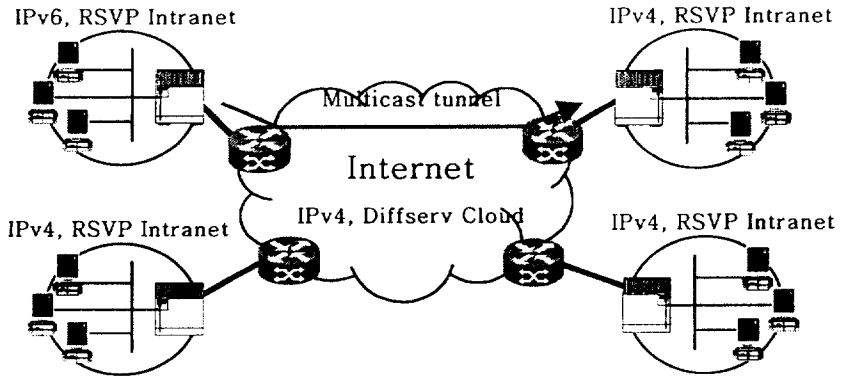


그림 4.8 소규모 IPv6 망에서 QoS 와 Multicast 지원 모델

3) 3 단계 (IPv4 망과 IPv6 망 혼재)

3단계는 IPv6 망이 점차 증가하여 IPv4 망과 IPv6 망이 서로 공존하는 시기로서, 그림 4.9는 IPv4 망과 IPv6 망이 혼재한 상황에서 QoS 와 멀티캐스트를 지원하기 위한 네트워크 모델이다.

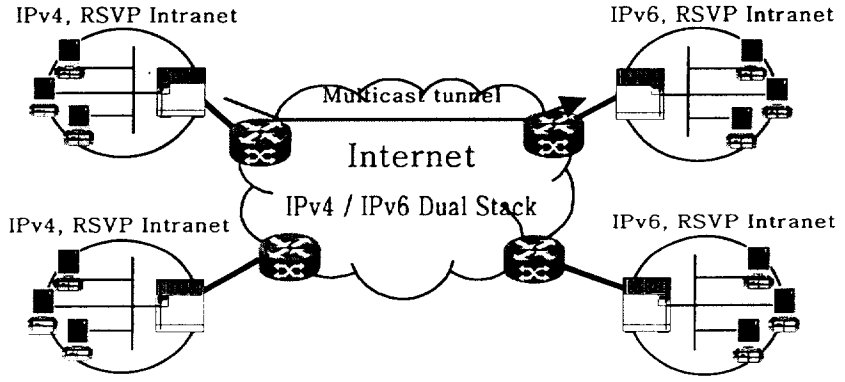


그림 4.9 IPv4 망/ IPv6 망이 혼재한 경우 QoS 와 Multicast 지원 모델

이 경우 QoS 지원을 위해 지역적인 인트라넷에서는 RSVP를 백본망에서는 DiffServ를 사용한다. 또한 백본망의 라우터는 DiffServ를 지원하는 동시에 IPv4/IPv6 듀얼 스택을 가져야 한다. 마찬가지로 IPv6 인트라넷에서의 라우터들은 IPv6를 지원하는 RSVP 프로토콜을 가지고 있어야 한다. 멀티캐스트의 경우, IPv6는 기본적으로 지원하므로 IPv6 망간에서는 멀티캐스트 터널이 필요 없고 IPv4 망과는 터널링을 통해 멀티캐스트를 지원한다.

4) 4 단계 (Native IPv6 망)

마지막으로 4단계는 IPv6 만으로 구성된 네트워크 모델에서의 QoS와 멀티캐스트를 지원하기 위한 네트워크 모델로 그림 4.10과 같다. IPv6를 기반의 인터넷에서는 모든 백본 라우터 및 인트라넷에 존재하는 라우터가 IPv6를 지원하고 있다. 각 IPv6 라우터에서는 RSVP와 DiffServ를 지원하여야 하지만, 멀티캐스트를 위한 터널링은 필요치 않게 된다.

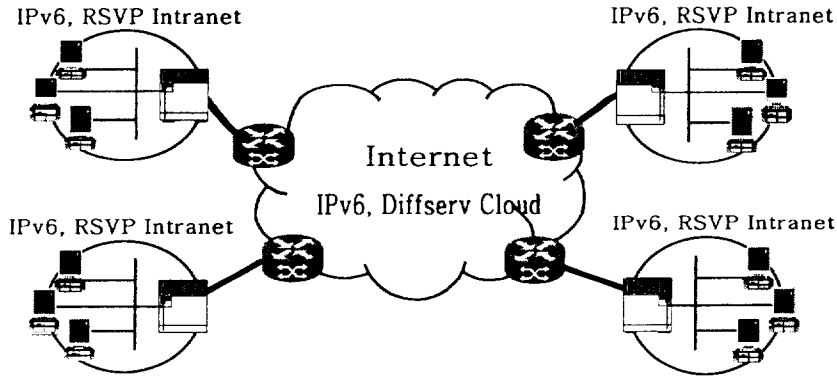


그림 4.10 Native IPv6 망에서 QoS 와 Multicast 지원 모델

현재 QoS와 멀티캐스트는 상호 연동 하는 경우가 많기 때문에, QoS 라우팅 과 멀티캐스트 라우팅을 결합하는 형태의 새로운 라우팅 프로토콜이 제안되고 있다. 그리고, IPv6가 가지고 있는 종단간 QoS의 장점을 살린 새로운 프로토콜이 제안될 가능성도 있다. 이러한 경우를 배제 할 수는 없지만 기존에 적용될 수 있었던 인트라넷에서의 RSVP와 인터넷 백본에서의 DiffServ를 조합한 네트워크 모델을 IPv6 망에 적용시키는 것도 상당히 현실적인 모델이다.

나. Mobility 지원 방안

현재의 인터넷은 유선 통신에서 PDA, 핸드폰 등을 이용한 유, 무선 통합 시스템으로 진화되고 있으며, 이러한 기반 위에서 음성과 데이터 및 영상이 결합된 실시간 멀티미디어 서비스 형태로 발전하고 있다. 현재 ITU에서 주도하고 있는 IMT-2000이 실현 단계에 돌입하면 지금보다 많은 서비스가 무선 통신에서도 이루어 질 것으로 예상되며, 기존 인터넷 망과의 연동은 중요한 이슈로 등장할 것이다. 이러한 관점에서 현재 IMT-2000에서 가장 관심을 가지고 있는 이슈중의 하나가 ALL IP이다. ALL IP 규격의 경우 아직 확정되지는 않았지만 IPv6에 상당한 비중을 두고 있어서 향후 차세대 인터넷 망을 적용하는 시점에서도 무선 통신망과의 연계관계를 고려하지 않을 수 없고, IPv6를 기반으로 망을 구성하는 것이 바람직하다. 현재 대표적인 무선 통신망인 3GPP(3rd Generation Partnership Project)혹은 3GPP2(3rd Generation Partnership Project 2)와 IPv6망의 연동으로 IPv6 나 IPv4/IPv6 dual stack을 가진 이동 통신 기기가 IPv6 또는 IPv4 유선망에 있는 단말기기와 통신하는 형태로 무선망이 발전되어야 한다. 현재 IPv6 Froum은 무선 통신망에 IPv6를 적용하

기 위한 연구를 진행하는 별도의 워킹 그룹이 있고, IETF에서도 Mobile IP 워킹 그룹을 통해 유선망과 무선망의 연동에 필요한 표준을 만들기 위한 연구가 진행되는 등 많은 기관과 연구 단체들이 협력 체계를 구축하여 향후 유, 무선 통합 망 운영을 위해 노력을 기울이고 있다.

4. IPv6 기반 차세대 인터넷 종합 발전 방안

이상으로 네트워크 측면에서 IPv6 망으로의 발전 방안과 서비스 측면에서의 발전 방향, 그리고 Multicast와 QoS 및 Mobility 서비스 지원을 위한 기술적 측면에서의 발전 방안을 전개하였다. 따라서 이 절에서는 앞의 전개를 바탕으로 표 4.1과 같이 IPv6 기반 차세대 인터넷 종합 발전 단계에 따른 IPv6 기반 차세대 인터넷 발전 방안 제시하고자 한다.

먼저 1단계는 현재의 IPv4망에 IPv6 실험망으로 구성된 단계로서 IPv6 주소체계 수립 및 어드레스 블록을 할당하며, 관련 ISP 요구사항을 수집한다. 이때는 FTP, News, E-mail등의 기존 인터넷 서비스 기반에서 BBS나 네트워크 게임 및 정보 검색 등의 웹 서비스가 활성화되며, 홈 뱅킹이나 전자상거래 서비스가 대두되어진다.

2단계는 대규모의 IPv4망에 소규모 IPv6망이 혼재하는 단계로서, 컴퓨터 단말과 전자제품등에 IPv6 주소가 도입 되고 OS 및 각종 응용 프로그램들이 IPv6로 업그레이드됨으로써, IPv6 응용 서비스들이 제공된다. 또한 IPv6가 QoS와 라우팅을 효과적으로 제공하여 VoIP나 화상회의 등의 멀티미디어 데이터를 실시간으로 전송이 가능하며, IMT-2000의 도입과 함께 무선 인터넷 서비스가 제공 되어진다.

다음 3단계는 소규모의 IPv4망과 대규모의 IPv6망이 연동되는 단계로, 컴퓨터 단말쪽에 IPv6주소 도입이 보편화 되고 모든 DNS가 IPv6을 수용

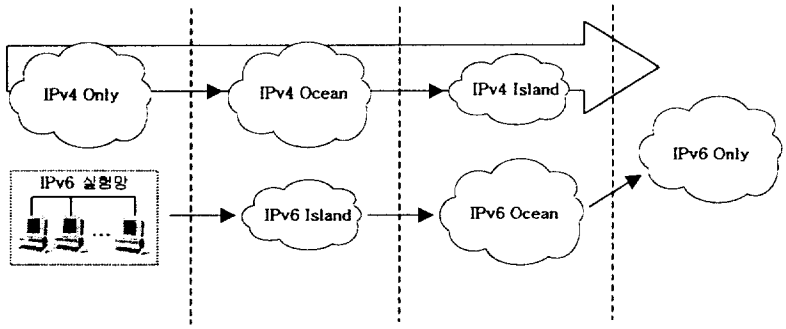
단계	1 단계	2 단계	3 단계	4 단계
네트워크 발전방안				
서비스 발전방향	FTP, E-mail BBS, 웹 서비스 전자상거래	VoD VoIP, 화상회의 무선 인터넷	HDTV 고성능 가상현실 유, 무선 연동	홈 네트워킹 방송/가전/통신 통합 서비스
QoS 지원	지역망 ➔ RSVP 사용하여 제공 백본망 ➔ Diffserv 사용하여 제공			
Multicast 지원	IPv4와 IPv6 연동 시 Multicast Tunnel을 통한 터널링 기법을 이용하여 제공			IPv6에서 기본적으로 제공
Mobility 지원	3GPP 혹은 3GPP2와 IPv6망의 연동			ALL IP

표 4.1 IPv6 기반 차세대 인터넷 종합 발전 단계

하도록 업그레이드 되어 IPv6망이 일반화되는 단계이다. 따라서 IPv6의 품질관리 기능으로 고성능 가상현실과 같은 고품질 멀티미디어 인터넷 서비스를 제공하고, IPv6의 주소 자동 인식(Plug and Play), 자동 설정(Auto-configuration) 및 변환(Renumbering) 기능들이 유무선 통합 서비스를 지원하여 위성을 통한 HDTV(High-Definition Television)시청도 가

능하다.

4단계는 IPv4 네트워크가 감소하여 Native IPv6 망이 형성된 단계로서, 여기서는 가정의 모든 정보 단말과 전자 제품 및 개인을 중심으로 IP를 부여하여 홈 네트워킹이 가능하다. 또한 모든 네트워크가 IPv6 백본망에 연결되어 IPv6기반 차세대 인터넷이 보편화됨으로써, 방송과 가전 다양한 통신들이 어우러진 종합 통신망 형태의 서비스로 발전해 간다.

앞에서 전개된 발전 단계와 함께 QoS 측면과 Multicast 측면 및 Mobility 측면의 기술 발전 방안은 다음과 같다. 먼저 QoS를 지원하기 위해 네트워크 전반적으로 소규모 지역 망에서는 자원 예약 메커니즘인 RSVP를 사용하고, 인터넷 백본에서는 확장성을 고려하여 DiffServ라는 QoS 메커니즘을 사용해야 한다. 다음으로 Multicast 지원은 IPv4망과 IPv6망이 혼재하는 단계에서 필요한 것으로 IPv4 망과는 터널링을 통해 Multicast를 지원하고, Native IPv6망에서는 기본적으로 IPv6 자체가 Multicast를 지원하므로 터널링은 필요 없다. 마지막으로 Mobility 지원 방안으로는 무선 통신망인 3GPP 또는 3GPP2와 IPv6망의 연동을 통하여 IPv6를 기반으로 하는 All IP형태로 발전하여야 한다.

V. 결 론

IPv6 기반 차세대 인터넷은 기존 인터넷이 지니고 있는 네트워크의 속도 저하, 멀티미디어 서비스 미흡, 보안 문제 및 인터넷 주소 부족 문제들을 근본적으로 해결 할 수 있는 유일한 해결책으로 제시되고 있다.

본 논문에서는 IPv6 기반 차세대 인터넷으로의 진화과정에서 고려되어야 할 문제점들과 연동 및 변환 기술들을 분석하였고, 이를 바탕으로 IPv6 기반 차세대 인터넷의 네트워크 측면과 서비스 측면 및 서비스 지원을 위한 기술적 측면에서의 발전 방안을 제시 하였다.

먼저 네트워크 측면에서는 IPv4망과의 연동을 통하여 순수 IPv6망으로 전이하는 점진적인 방안을 4단계로 나누어 제시하였다. 즉, 1단계인 IPv6 실험 망에서 2 단계인 소규모 IPv6 망을 거쳐 3단계인 대규모의 IPv6 망으로 진화하여야 하며, 이 단계까지는 모두 IPv4망과의 공존을 통하여 발전한다. 이러한 과정을 통하여 마지막 4단계는 Native IPv6망으로서 모든 네트워크가 IPv6 백본망에 연결되어 IPv6기반 차세대 인터넷 백본을 구성하는 방안이다.

이러한 IPv6 기반 차세대 인터넷에서 제공될 수 있는 서비스 측면에서의 발전 방향은 기존의 인터넷 서비스가 지니고 있는 성격에서 벗어나 종단간 QoS를 보장하는 VoIP나 화상회의 등의 실시간 멀티미디어 서비스 제공이 가능해지고, IPv6의 이동성 기능을 바탕으로 무선 인터넷 서비스가 지원된다. 또한 IPv6망이 보편화됨으로써 유무선 연동 시대가 도래하고, 이를 통해 방송과 가전 다양한 통신들이 어우러진 종합통신망 형태의 서비스로 발전 방안을 제시하였다.

마지막 본 논문에서는 위와 같은 서비스들을 원활히 제공하기 위해서, QoS와 Multicast 및 Mobility 지원을 위한 기술 발전 방안을 제시하였다.

QoS를 지원하기 위해서는 자원 예약 메커니즘인 RSVP와 확장성을 고려한 DiffServ라는 QoS 메커니즘을 사용해야 하며, Multicast는 IPv6 가 기본적으로 지원하므로 IPv4망과 IPv6망이 혼재하는 단계에서만 터널링을 통해 지원한다. 마지막으로 Mobility 지원은 무선 통신망인 3GPP 또는 3GPP2와 IPv6망의 연동을 통하여 IPv6를 기반으로 하는 All IP형태로 발전 방안을 제시하였다.

향후 과제로는 국내 ISP들이 본 논문에서 제시된 발전 방향에 따라 IPv6 망을 단계별로 구축 할 수 있도록 유도하고, 국내외 IPv6 망간 연동을 위해 IPv6용 차세대 인터넷 교환 노드 구축에도 적용해야 한다.

참고문헌

[1] http://www.ietf.org

[2] S. Deering," Internet Protocol, Version 6(IPv6) Specification," IETF RFC 2460, Dec.1998

[3] J. Postel," Internet Protocol," IETF RFC 0791, Sep.1981

[4] R. Hinden," IP version 6 Addressing Architecture," IETF RFC 2373, July, 1998

[5] R. Hinden," IPv6 Testing Address Allocation," RFC 1897, Dec, 1998

[6] C. Partridge," Using the Flow Label Field in IPv6," IETF RFC 1809, June, 1995

[7] S. Kent," IP Encapsulation Security Payload(ESP)," IETF RFC 2406, Nov.1998

[8] http://www.vbns.net

[9] http://www.canet3.net

[10] http://www.6init.org

[11] http://www.wide.ad.jp/

[12] http://www.koren21.net/

[13] http://www.6bone.net

[14] http://www.6bone.ne.kr

[15] K. Sahng-Beom and K. Doo-Seok," A Design and Implementation of IPv6 LAN," Korea Telecom, 2000

[16] http://www.apnic.net/

[17] R. Gilligan and E. Nordmark," Transition Mechanism for IPv6 Hosts and Routers," IETF RFC 1933, Spr, 1996

[18] A. Durand et al.," IPv6 Tunnel Broker," IETF RFC 3053, Jan. 2001

[19] B. Carpenter and C. Jung, " Transmission IPv6 over IPv4 Domains without Explicit Tunnels," IETF RFC 2529, Mar. 1999

[20] B. Carpenter and K. Moore " Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds without Explicit Tunnels," draft-ietf-ngtrans6to4-05.txt May. 2000

[21] E. Nordmark," Stateless IP/ICMP Translator (SIIT)," IETF RFC 2765, Feb. 2000

[22] G. Tsirtsis and P. Srisuresh," Network Address Translation Protocol Translation(NAT-PT)," RFC 2766, Feb. 2000.

[23] M. Leech외," SOCKS Protocol Version 5," IETF RFC 1928, May. 1996

[24] K. Tsuchiya, H. Higuchi and Y. Atarashi," Dual Stack Hosts using the Bump in the Stack(BIS) Technique," IETF REC 2767, Feb. 2000.

[25] J. Hagino and K. Yamamoto," An IPv6-to-IPv4 Transport Relay Translator," IETF RFC 3142, Jun. 2001

[26] 강시규 외," 차세대 인터넷으로의 진화 방안 연구," 한국 통신학회 논문집, 통권 21호, 2권, 2000.7

[27] D. Haskin and R. Callon, " Internet-draft: Routing Aspects of IPv6 Transition," Nov.1996

감사의 글

시작이 있다면 끝은 있나 봅니다. 알차고 바쁘게 보낸 2년 동안의 노력과 시간이 좋은 결실을 맺게 되어 기쁘고, 저한테 이렇게 뜻 깊은 결실을 맺게 해주신 여러 고마우신 분들께 미흡하나마 지면으로 머리 숙여 진심으로 감사의 마음을 전하고저 합니다.

먼저 본 논문이 완성되기까지 성심껏 보살펴 주시고 따끔한 충고를 아끼지 않으시며 지도해 주신 김성운 교수님, 정신일 교수님, 김석태 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 2년 동안 열의를 다하여 가르침을 주신 정보통신공학과 하덕호 교수님, 윤종락 교수님, 장주석 교수님, 정연호 교수님께도 충심으로 감사를 드립니다.

그동안 논문을 완성하기까지 소중한 시간을 할애해가며 저의 논문의 미흡한 부분에 대하여 함께 애써준 프로토콜 연구실의 배정현 학우와 박두진 학우, 이익섭 학우, 이미경 학우에게도 고마움을 전합니다.

또한 대학원 과정을 무사히 마칠 수 있도록 근무도 바꾸어 주시고, 많은 격려와 편의를 봐주신 직장상사와 동료 여러분에게도 감사를 드립니다.

끝으로, 항상 늦게 귀가 하면서 가정에 소홀 했지만, 따뜻하고 아낌없이 내조를 해준 사랑하는 내 아내 조희정씨, 아들 영우와 그리고 함께 졸업하는 동기 여러분과 이 영광을 나누고 싶습니다.

2001 년 12 월 28 일

강 대 칠 올림