

IPv6 도입의 경제적 가치 산정에 대한 탐색적 연구

정회원 이병헌*, 이상곤**

An Exploratory Study on the Economic Value of IPv6 Technology

Byunghoon Lee*, Sang Kon Lee** *Regular Members*

요약

본 연구는 최근 IP 주소부족 문제와 더불어 새롭게 도입이 추진되고 있는 IPv6의 경제적 가치를 분석하고자 한다. 일반적으로 IPv6과 같은 플랫폼형태의 신기술은 직접적인 효과보다는 간접적인 효과로 나타나기 때문에 경제적 가치를 정확히 산정하는 것은 매우 불확실하고, 어려운 일이다. 따라서 본 연구에서는 IPv6의 경제적 가치를 정확하고, 엄밀하게 측정하기 보다는, 여러 관점에서 다양한 방법을 적용하여 탐색적인 분석을 시도 하였다. 이를 위해 관련 이해관계 당사자별 손익을 고려한 IPv6 경제적 가치 평가 모형을 개발하고, 국내 인터넷 시장자료와 전문가 예측자료와 같은 정성적 자료와 정량적 자료를 동시에 활용하여 경제적 가치를 산정하였다. 마지막으로, 경제적 가치 산정 결과의 정책적 시사점과 연구의 한계점을 제시하였다.

Key Words : IPv6, Economic Value, Telecommunications, IT839, Internet Protocol, Technology adoption

ABSTRACT

This study attempts to estimate the size of economic value that could be created by the adoption of a new internet protocol, IPv6. The existence of externality and diffusion effects in the adoption of a new platform technology makes it difficult to capture the exact costs and benefits of IPv6 adoption. Hence, this study employed multiple evaluation methods rather than relying on single method to increase the validity of results by averaging the value of different methods. Furthermore, the proposed evaluation model includes qualitative variables such as expert opinions, as well as quantitative variables, to incorporate various stakeholders' perspectives. Finally, the policy implications for IPv6 adoption and the limitations of this study are discussed.

I. 서론

각종 유무선 통신 기술들이 모두 IP를 기반으로 융합되고, 언제 어디서나 다양한 단말로 인터넷에 접속하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 도래하면서 IP 주소에 대한 추가적인 수요가 크게 증가하고 있다. 현재 인터넷의 표준 프로토콜인 IPv4에 의해 제공되는 주소 자원은 향후 몇 년 안에 고갈될 것으로 예측되고 있다¹⁾. 특히, IPv4 주소 자원이 부족한 아시아와 유럽에서 상대적으로 주소 고갈은 심각해질 것으로 보인다.

2004년을 기준으로 NIDA에 따르면, 현재의 32-bit IPv4 주소 현황은 전체 약 43억개 가운데 46.6%인 약 20억개가 이미 배정되어 있고, 12.5%는 특수 용도로 예약되어 있으며, 나머지 40.9%가 미할당 상태에 있다. 또한 배정된 약 20억개 가운데 68.2%는 북미 지역에 배정되어 있고, 약 18%는 유럽 지역에, 11.9%인 2억 3,916만 개가 아시아 지역에 배정되어 있다. 국가별로는 미국 12억 7천만 개, 일본이 1억 1,716만 개, 중국이 4,942만 개, 우리나라가 3,163만 개를 보유하고 있다.

아직 미배정된 IPv4 주소 여유분이 있으나, 최근

* 광운대학교 경영학과 (bhlee@kw.ac.kr),
논문번호 : KICS2005-05-220, 접수일자 : 2005년 5월 22일

** 한국기술교육대학교 산업경영학부 (sklee@kut.ac.kr)

급격히 나타나는 새로운 정보통신 서비스와 단말들이 5~10년 내에 현재의 여유분을 감당할 수 없을 정도로 전세계에서 폭증할 것으로 예상되므로 IPv6로의 전환은 필수불가결한 것이 되고 있고, 대부분의 전문가들도 시기상의 이견만 있을 뿐 언젠가는 IPv6로의 전환 순간이 올 것이라는 데에 동의하고 있다. 그러나 상대적으로 IP 주소의 여유가 있는 북미를 중심으로, 이행비용의 과다 및 IPv4의 진화가능성 등을 이유로 IPv6의 조기도입에 대한 부정적인 견해가 있는 것도 사실이다²¹⁾³⁾.

따라서 본 연구에서는 IPv6의 도입과 관련된 기존의 쟁점을 정리하고, IPv6도입의 경제성 분석을 통하여, IPv6 조기도입에 대한 정책적 시사점을 제공하고자 한다. 그런데 신기술, 특히 신기술 표준을 대상으로 투입과 산출의 경제적 가치를 정확히 측정하는 것은 매우 어려운 일이다⁴⁾. 대부분의 신기술 표준들의 경제적 가치는 특정 기업의 제품과 서비스의 판매를 통한 이익으로 직접 실현되는 것이 아니라 산업 전체의 효율을 높이거나 수요를 촉발하는 등의 방법을 통해 간접적으로 실현되기 때문에 투입액과 산출액의 가치를 정확히 예측하거나 측정할 수 없기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 IPv6의 경제적 가치를 정확히 예측하고 측정하는 것을 목표로 하기 보다는 정책 입안자나 기업체 경영자들이 IPv6의 경제적 가치를 추산하는 데에 도움을 줄 수 있는 가이드라인을 제시하는 것을 목표로 하고 있다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서 IPv6의 도입과 관련된 쟁점을 소개하고, III장에서는 IPv6도

입의 경제성 분석에 대한 선행연구의 고찰을 통하여, 다양한 연구방법론 제시한다. IV장에서는 획득 가능한 자료를 이용하여 가능한 다양한 방법론을 적용하여 IPv6의 경제적 가치를 분석한다. V장에서는 본 연구의 결론 및 시사점을 제시한다.

II. IPv6 도입 필요성

본 장에서는 IPv6 도입과 관련된 주요 쟁점들을 IP 주소부족의 해결논란, IPv6의 IPv4대비 기술적 우위성 논란, IPv6의 독점적 응용서비스(killer application) 논란 등의 세 가지 이슈로 나누어서 정리 및 분석하였다.

2.1 IP 주소의 부족 문제의 해결 논란

현재 전 세계 IP 주소 자원의 활용 현황을 살펴 보면, IP 주소 자원을 관리하는 IANA는 IPv4 주소를 ARIN, RIPE NCC, APNIC, LACNIC 등의 RIRs(Regional Internet Registries)에게 /8 블록 단위로 배분하고 있는데, 주요 국가 및 지역별 IP 주소 할당 현황과 향후 필요할 것으로 예측된 IP 주소는 다음 표 1과 같다.

IP 주소자원의 향후 수요는 IANA의 예측에 의하면, IPv4 주소는 2019년과 2045년 사이에 소진될 것으로 추정되었다. 구체적으로는 IANA에 의한 할당 가능 주소는 2020년에 고갈될 것이며, 세계 각 지역별 주소 할당 기관인 RIR은 IANA로부터 할당 받은 주소를 2027년경에는 모두 할당하게 될 것으로 예측되었다¹⁾. 그러나 이 예측은 인구의 성장에

표 1. 인터넷 주소의 국가별 할당 현황과 향후

국가명	인터넷 코드	인구수 (2003)	인터넷 사용자 (2002)	인터넷 보급률(%)	IPv4 주소 보유수	추가 필요 IP 주소 수(주1)
미국	us	294 백만	165 백만	56.37	1,265,443,840	0
중국	cn	1,304 백만	7 백만	4.34	44,007,936	1,761 백만
일본	jp	127 백만	56 백만	43.73	111,919,872	0
한국	kr	47 백만	25 백만	53.67	31,123,712	0
영국	uk	57 백만	34 백만	57.63	58,461,080	0
인도	in	1,065 백만	7 백만	0.66	2,804,480	1,699 백만
인도네시아	id	219 백만	4 백만	2.00	1,141,504	261 백만
브라질	br	178 백만	14 백만	7.83	1,119,160	202 백만
209개 국가 합		6,321 백만	613 백만	9.70%	2,455,834,135	6,229 백만

자료원: Tony Hain, Patrick Grossetete, Jim Bound and Latif Ladid, "e-Nations, The Internet for all," North American IPv6 Task Force, 2003

주: 추가 필요 주소 수는 인터넷 보급률이 20%에 도달하고, 인구 3명 당 1개의 IP 주소를 할당하는 경우에 필요한 주소 수임.

따른 IP 주소 수요의 증가와 신규 서비스의 증가에 따른 새로운 주소 수요를 반영하지 못하였기 때문에 그 증가 추세에 대한 매우 보수적인 예측이라 할 수 있다.

NTT/VERIO는 EMC의 세계 휴대전화(GSM) 가입자 예측치를 토대로 IPv6 주소의 고갈시기를 2010년으로 점치고 있다. 2005년에 이르면 전 세계 휴대전화 가입자는 약 12억 명에 이르고, 이에 따라 약 12억 개의 IP 주소가 새로 필요할 것으로 예측되기 때문이다. 즉 휴대인터넷을 포함한 차세대 정보통신 서비스들이 필요로 하는 IP를 고려한다면, IP 주소는 그보다 10여년 훨씬 일찍 완전히 고갈될 것으로 예측하고 있다.

또한 RIPE의 2001년 예측치에 따르면, 유선계의 초고속 인터넷 가입자의 증가에 따라 요구되는 주소도 2005~6년에 약 4억 개로 예측되었다. 한편, 중국(CN), 인도(IN), 인도네시아(ID)에서 인구 1명당 IP 할당 개수가 현재의 0.01개(100명 당 IP 1개)에서 0.16(약 6명 당 IP 1개)로 증가할 경우 /8급의 IP Class는 추가로 20여개 이상이 필요할 것으로 예측되었다.

이러한 주소 부족에 대한 기존 IPv4 주소체계에서의 해결 방법으로는 NAT(Network Address Translator)라는 장비를 이용하여, 네트워크 사업자(ISP: Information service providers)의 통신망 또는 LAN에 접속되어 있는 기기들 간에 IP 주소를 공유하는 것이다. 즉, ISP와 LAN 내의 통신에서는 기기들이 사실 IP 주소를 사용하고, 외부 망과 연결을 할 경우에만 공중 IP 주소를 부여받아 통신하는 것이다⁶⁾.

그러나 NAT는 IPv4의 주소 부족 문제를 일시적으로 또는 국지적인 네트워크에서 해결 가능할 것이다. 따라서 차세대 모바일 인터넷, 텔레메틱스, 홈네트워크, DMB, WiBro 등 신규 정보통신 서비스가 폭발적으로 증가할 경우 NAT가 기술적으로는 주소 부족문제를 해결 가능하다고 하여도 네트워크의 운용 측면에서는 IPv6에 비하여 그 효율이 떨어질 것이라는 주장이 일반적이다²⁾. 즉, 경제성 측면에서 NAT+IPv4 보다는 IPv6가 우월하기 때문에 IPv6로의 전환이 필요하다는 것이다. 이러한 주장을 따르면, 향후 IPv6는 대규모의 IP 주소를 필요로 하는 신규 서비스들에서 먼저 채택될 것으로 전망된다.

2.2 IPv4 대비 IPv6의 기술적 우월성 논란

IPv6의 조기 도입을 주장하는 측에서는 IPv6가 확장된 주소 공간 이외에도 기술적으로 IPv4에 비

하여 우월한 특징점을 갖고 있다고 주장한다. 이들이 주장하는 IPv6의 특징점을 정리하면 다음과 같다⁷⁾.

IPv6는 인터넷 트래픽의 효율성을 증대시킨다. IPv6는 패킷의 헤더를 단순화 시켰기 때문에 보다 직접적이고 단순화된 라우팅 기능을 제공할 수 있게 된다.

보다 향상된 QoS를 보장한다. 네트워크에 의해 전송되는 Packet들에 대해 우선순위(Priority)를 부여할 수 있기 때문에, 특정 Packet들에 대한 일정한 전송속도의 보장이 가능하다.

보다 향상된 보안성(Security)을 보장한다. IPv6는 네트워크 레벨에서 보안성을 제공하게 되는데, IPv6에 내장된 IPSec 모듈에 의해 데이터 소스에 대한 인증, Replayed Packet에 대한 거부, 암호화 등의 기능을 제공하게 된다. 또한 각각의 단말기들이 고유의 IP 주소를 갖게 됨으로써 “End-to-end Security”를 보장할 수 있다. 즉, 모든 커뮤니케이션 세션들이 VPN과 같이 운용될 수 있으므로 인해, 높은 보안성을 갖게 된다는 것이다. 6WIND, 시스코, Nokia, 체크포인트, 넷스컴 등은 IPv6 기반의 방화벽 장비를 만들고 있으며, 마이크로소프트는 XP SP1에 개인용 방화벽을 제공하고 있다⁸⁾.

Auto-configuration 기능에 의해, 노트북, PDA, 휴대전화 등 이동 기기들이 손쉽고 편리하게 네트워크에 접속할 수 있게 해 준다.

반면에, IPv6의 필요성이나 상용화 가능성에 대해 부정적인 견해를 갖는 측에서는 IPv4 대비 IPv6가 갖은 기술적 우월성에 대해 다음과 같은 문제 제기를 하고 있다²⁾.

통신망에 IPv6를 전면적으로 채택하는 경우 이에 따라 생겨나는 수많은 IPv6 서브넷들은 인터넷 백본 라우터에서의 Route Aggregation 문제를 매우 복잡하게 만들 것이며, ISP들이 IPv6 서브넷에게 경로정보를 알리지 않게 만들거나 무시하게 만들 수 있는 상황을 초래할 것이다. 또한 라우팅 테이블의 규모가 대폭 커짐에 대용량 라우터를 채택하는데 따른 투자비용의 증가를 초래할 것이다.

IPv6가 제공하는 IPSec 보안 프로토콜은 IPv4에서도 제공 가능하다. 또한 NAT 장비가 없이 모든 단말들이 공중 IP 주소를 이용하여 인터넷에 직접 접속하게 될 경우 해킹의 위험성은 더욱 커질 것이다.

IPv6가 제공하는 패킷의 라우팅 우선순위 설정 기능만으로는 QoS를 완벽하게 보장할 수 없다.

IPv6의 Auto-configuration 기능은 IPv4에서 DHCP

서버에 의해 제공되는 기능과 차이가 없다.

IPv6에 대한 부정적인 견해를 종합하면, IPv4에 비하여 IPv6가 특별한 장점을 갖고 있지 않다는 주장이다. 때문에 현재 IPv4 기반으로 만들어진 장비나 응용 프로그램들이 IPv6로 변화되지 않을 것이라는 주장이다. 한편, IPv6를 통해 Route Aggregation 문제가 더 단순화 된다는 반대 주장도 있다.

양자의 견해를 종합하면, IPv6로 구현할 수 있는 기술적인 기능들 중에서 IPv4로 구현이 불가능한 기술은 없는 것으로 평가된다. 그럼에도 불구하고 IPv6는 IPv4에 비하여 동일한 기능을 구현하는데 있어서 보다 효율적인 것으로 평가된다. 예를 들어, Auto-configuration 기능의 경우 IPv4에서는 이 기능을 구현하기 위해서는 항상 LAN 상에 DHCP 서버를 설치해야하는 불편함과 추가 비용을 감수하여야 하지만, IPv6의 경우 DHCP 기능을 라우터에 내장하고 있거나 DHCP가 없어도 자동설정 메커니즘을 기본적으로 갖고 있기 때문에 IPv4에서와는 달리 별도의 DHCP 서버 설치가 필요 없다.

따라서 IPv6가 제공하는 기술적 특징점은 네트워크 관리의 효율성을 증대시킨다는 점으로, IPv6의 필요성은 망 관리의 효율성으로부터 얻어지는 효율 대비 IPv6로의 전환을 위해 필요한 투자에 의해 결정될 것이다.

2.3 IPv6의 Killer Application 논란

IPv6의 조기 보급 필요성을 주장하는 측에서는 IPv6가 주소공간의 확장이나 향상된 네트워크 보안 성뿐만 아니라 사용자들에게 새로운 서비스의 제공을 가능하게 한다는 주장이다. IPv6의 도입을 통해 새롭게 또는 보다 효율적으로 제공 가능한 서비스는 VoIP, 각기 다른 단말 및 네트워크 간의 Instant Messaging Service, 무선 LAN의 WiFi와 같은 무선 이동 인터넷 서비스 등을 들고 있다⁹⁾.

이들의 주장은, 현재의 IPv4 인터넷은 P-to-P 응용서비스를 위한 비즈니스 및 운영상의 조건들을 만족하지 못하고 있다는 것이다. P-to-P 응용 서비스들이 보안성을 유지하면서 서비스되기 위해서는 수십억 개의 이동 단말기, 센서 네트워크, 분산 컴퓨팅 자원들을 대상으로 End-to-End 서비스를 제공할 수 있는 인프라를 제공하여야 한다. 그러나 현재의 IPv4 환경과 이를 확장하기 위한 NAT 시스템은 이러한 조건들을 충족하기 못한다. IPv6의 도입과 더불어 IPv4의 이러한 문제점들이 해결될 것이며, 이에 따라 VoIP와 같은 P-to-P, WiFi 같은 이

동 인터넷 서비스들이 보다 용이하게 제공될 수 있다. 다음에서는 IPv6도입에 따른 인터넷서비스 측면에서의 장점을 정리하였다.

VoIP 서비스의 경우, IPv6의 도입에 따라 현재 IPv4 환경에서 제공되는 VoIP 서비스에 비하여 보다 향상된 End-to-End 연결성(connectivity)을 제공하게 될 것이다. IPv4 환경에서 제공되는 VoIP 서비스는 기본적으로 Client-Server 환경에서 제공되는 서비스로 Server를 거치지 않고는 제공될 수 없다. NAT를 경유하여 유동 IP로 접속하는 사용자들이 서버의 도움 없이는 상대방의 위치와 Identity를 인터넷 상에서 파악할 수 없기 때문이다. IPv6는 각 사용자 단말에 네트워크상에서 인식될 수 있는 고유 주소를 부여하기 때문에 서버의 도움 없이도 VoIP 서비스를 사용할 수 있게 해 준다.

Mobile IPv6는 Mobile IPv4에 비해 매우 향상된 기능들을 제공하며, 이는 사용자의 이동에 따른 네트워크 간의 로밍을 가능하게 한다. IPv6는 이동 단말을 대상으로 하는 로밍을 보다 효율적으로 제공하기 위해서 Mobile IPv6 Route Optimization이라는 라우팅 경로 최적화 프로토콜을 탑재하고 있으며, 이러한 향상된 기능들은 새로운 WiFi와 같은 새로운 무선 인터넷 서비스들을 기존의 유무선 네트워크와의 연동성을 향상시켜 준다. 특히, 향상된 VoIP 기능과 더불어 이동 단말을 대상으로 제공되는 VoIP-WiFi와 같은 서비스는 기존의 유무선 전화 서비스를 대체할 수 있는 새로운 서비스가 될 전망이다.

IPv6의 향상된 End-to-End 연결성은 컴퓨터들 간의 분산컴퓨팅(distributed computing)인 GRID 컴퓨팅을 보다 효과적으로 수행할 수 있도록 한다. 이러한 GRID 컴퓨팅의 주요 응용 분야 중 하나는 온라인 게임 분야이다. 클라이언트-서버 환경에서 작동하는 온라인 게임의 경우 게임의 참여자 수가 증가하면서 서버의 유지·운영 비용을 매우 크게 상승시키거나 과부하로 인하여 서버가 다운되는 현상이 발생하여 보다 많은 컴퓨팅 자원을 필요로 하는 온라인 게임을 불가능하게 한다. 그러나 IPv6의 향상된 End-to-End 연결성과 그리드 컴퓨팅 기능을 결합할 경우, 보다 고도화된 다양한 형태의 P-to-P 게임 서비스들을 제공할 수 있게 될 것이다. IDC의 예측에 의하면, 2005년 전 세계 게임시장은 23억불에 달할 예정이며, IPv6의 주요 응용서비스가 될 전망이다.

이러한 IPv6 도입의 인터넷서비스 측면의 장점에

대하여, 비판하는 견해가 또한 상존하고 있다²¹. 이들에 따르면, IPv6가 필요한 근거로서 VoIP, 인터넷 게임, 화상회의 또는 다른 P2P 응용들이 NAT 환경에서는 정상적으로 작동하지 않는다는 것인데, 이것은 사용자의 위치를 파악하기 위해서(to locate users) 영구적 고정 IP가 필요하고, NAT는 양방향 통신이나 NAT 외부에서 클라이언트 내부 서버로 통신을 시도하는 것을 불가능하게 만든다는 잘못된 가정 아래 이루어진 것이라고 주장한다. 실제로 SIP 나 H.323 IP 전화기들은 NAT 라우터 내부망에서도 잘 동작하고 있는데, 이는 처음에 전원을 켤 때 사용자 관리 서버(public servers)에 자신을 등록하기 때문이며, 일단 등록 과정이 끝나고 난 후에는 양방향 통신이 가능해 진다. 마이크로소프트의 Xbox Live 서비스도 NAT와 함께 잘 작동하고 있는데, Xbox는 초기에 마이크로소프트 게임 서버에 자신을 먼저 등록시키고 있다.

또한 거의 모든 기타 P2P 응용들은 Client-Server 응용 구조를 채택하고 있는데, 하나의 서버가 P2P 사용자 Endpoints 사이에 중재 역할을 하고 있으며, 세션의 생성, 모니터링, 또는 종료 과정에서 주선자로서 역할을 하고 있다. 그러나 IPv6는 이러한 응용들에 있어 별다른 이점을 제공해 주지 못하고 있다. 따라서 NAT에 비해 IPv6가 제공할 수 있는 End-to-End 인터넷 서비스 모델은 이제 더 이상 현실적이지 않으며 유용하지도 않은데, 이는 NAT 라우터가 존재하고 있기 때문이 아니라 서비스 제공자나 기업들이 중개 역할을 하는 방화벽이나 웹프락시 서버 등을 원하고 있으며, 이러한 중개 장치들을 통해 서비스 제공자(ISP)들은 단순히 IP 대역폭을 통한 인터넷 접속 서비스를 해 주는 것에서 벗어나 부가가치를 제공하면서 수익성을 확대하고자 하고 있다.

두 가지의 견해를 종합하여 보면, IPv4 환경에서는 구현될 수 없고 IPv6에서만 가능한 서비스는 없는 것으로 판단된다. 그 이유는 IPv6 자체가 응용서비스가 아니라 데이터 패킷의 통신을 위한 프로토콜의 일종이기 때문이다. 사용자 입장에서 프로토콜은 가시적인 것이 아니며, 사용자들이 사용하는 응용서비스들과는 독립적이기 때문이다. 따라서, IPv4와 IPv6는 인터넷이 지향하는 End-to-End 서비스를 제공하는 방식의 차이일 뿐이며 제공하는 응용서비스에 있어서 본질적인 차이는 없다고 할 수 있다.

그러나 응용서비스의 내용에 있어서 본질적인 차이가 없음에도 불구하고, 두 방식 간에는 응용서비

스를 사용하는데 있어서 사용자의 편의성에 있어서는 차이가 있는 것으로 평가된다. IPv4는 SIP 프락시 서버나 NAT와 같은 장비를 이용하기 때문에 IP 주소와 포트 번호를 통해 모든 호스트 단말과 응용 서비스를 구분하고자 하는 TCP/IP 프로토콜의 기본 설계 사상을 위배하고 있다. 그 결과 IPv4는 제한된 단말의 수와 특정 응용서비스들에서는 IPv6에 비하여 효과적일 수는 있으나, 보다 다양한 응용서비스들과 향후 나타날 수많은 응용서비스들을 수용하는데 있어서는 IPv6에 비해 비능률적이고 사용자 편리성이 떨어질 것이다.

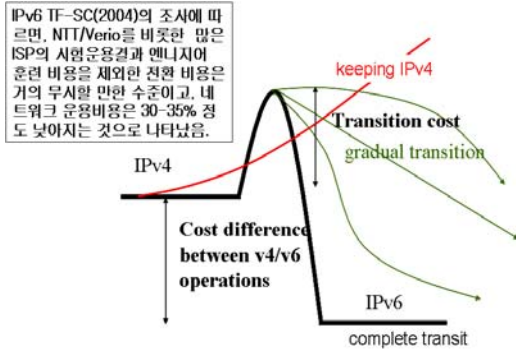
결론적으로, IPv6가 제공할 수 있는 차별화된 응용서비스들이 존재하는 것은 아니지만, IPv6는 IPv4에 비해 보다 향상된 사용자 편리성을 갖는다. 특히, 응용서비스들의 개발과 서비스 제공 측면에서의 효율성이 높고, 사용자 관점에서의 편리성도 높은 것으로 평가된다.

III. IPv6의 기술/경제성 분석 방법론

3.1 IPv6의 경제적 가치에 대한 기존 논의

일본의 NTT/Verio 등 ISP들은 IPv6망 시범운동을 통하여, IPv4 유지하는 것과 IPv6를 도입함에 따른 운영비용을 비교하였다. 그 결과에 따르면, IPv6를 도입하는 경우 초기 전환비용(transition cost)을 제외하면, IPv4를 유지하는 것에 비하여, 현저하게 망 운영비용이 절감되는 것으로 예측하였다. IPv4를 유지하는 경우에는 주소 부족문제를 해결하기 위하여, NAT 등을 비롯하여 네트워크 구조와 운영을 복잡하게 만듦으로서, 장기적으로 망 운영비용이 계속적으로 증가할 것이라는 견해를 나타냈다. IPv6를 도입하는 경우에는, 초기의 전환비용이 발생하게 되는데, 그 전환비용의 크기는 전면적으로, 급속히 도입하는 경우에는 H/W, S/W, 인력 등의 측면에서 많은 비용이 소요될 수 있으나, 점진적이고, 단계적인 방법을 통하는 경우, 인력비용을 제외하면 거의 무시할만한 수준이 될 것으로 예측하였다. 그림 1에서는 이를 도식화하여 정리하였다.

미국 상무부(US-DOC)의 IPv6 TF의 분석에 따르면, IPv6도입의 효과는 다음의 표 2에서와 같이 주소부족 문제의 해결, 간편한 이동성, 네트워크 관리비용의 절감, 보안능력의 증대, 전반적인 네트워크 효율성의 증대, 향상된 품질보장 능력 등을 지적하고, 각각의 기대되는 이익의 정도와 이익이 기대되는 시점을 제시하였다. 또한 각각의 이익이 실현



자료원: Takasi Arano, "Deployment Status and Current Business Strategies in Japan," 2002.

그림 1. IPv4와 IPv6의 네트워크 유지관리 비용 비교

될 가능성과 이러한 이익을 실현하는 중요한 요인을 제시하였다. 또한 표 3에서와 같이 주요 이해관계자를 하드웨어 사업자, 소프트웨어 사업자,

네트워크 사업자, 그리고 인터넷 사용자로 나누어서, 각각의 이해관계자별로 IPv6도입에 따른 비용을 추정하였다. IPv6 도입에 따른 비용은 크게 하드웨어 관련비용, 소프트웨어 관련비용, 인력 관련비용으로 나누어서, 이러한 비용이 발생하는 시점과 이러한 비용을 관리하는데 중요한 요인을 제시하였다.

3.2 IPv6도입의 경제성 분석의 방법론

IPv6의 경제성 분석을 하기 위해서는 IPv6의 기술적, 경제적 특성이 고려되어야 할 것이다. 먼저 IPv6의 경우 프로토콜(protocol) 기술로서 직접적인

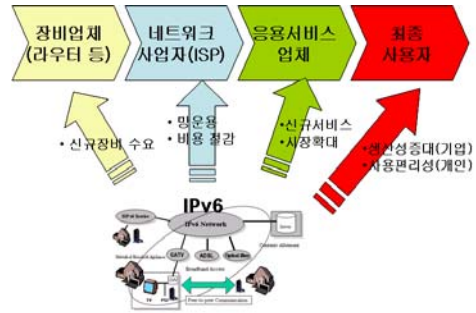


그림 2. IPv6의 도입이 인터넷 산업에 미치는 경제적 효과

제품기술이라기 보다는, 일종의 플랫폼(platform)으로서 관련된 H/W, S/W, 및 네트워크 기술 등의 다양한 부분에 간접적인 영향을 미친다고 할 수 있다. 따라서 IPv6의 효과는 그림 2에서와 같이 관련당사자들의 입장에 따라서 다양하게 나타날 것이다. 이러한 다양하고 복잡한 특성을 지닌 IPv6의 경제성 분석의 실효성을 높이기 위하여, 관련 이해관계당사자들의 개별적 관점들에서 분석을 수행하였다. IPv6 도입과 관련된 주요 이해관계자들의 예상되는 경제적 손익을 표 4에 정리하였다.

두 번째로는 IPv6의 경제적 효과는 간접적일뿐만 아니라, 발전단계 상의 초기에 있기 때문에 관련 자료의 획득이나 시장규모의 예측 등이 매우 불확실하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 기존의 다양한 2차자료(국가별 통계자료, 관련서비스 시장 예측치, 관련 기업의 재무제표 등)뿐만 아니라, 전문

표 2. IPv6의 도입효과

Benefits	Magnitude of Potential Benefits	Timing Issues	Likelihood of Occurrence	Key Factors in Realizing Benefits of IPv6
Increased address space	Large	U.S. does not face a near-term shortage	Medium/High	Removal of NATs Growth in number of end-to-end and other applications
Simplified mobility	Large	New applications will likely flow from Asian test markets	Medium/High	Growth/demand for new applications
Reduced network administration costs	Modest	Cost may increase during transition	Medium (in the long term)	Removal of NATs
Increased security	Modest	Unclear when large scale adoption of IPsec will occur	Low/Medium	Development of PKI Removal of NATs
improved overall network efficiency	Modest	Efficiency may not improve until after large scale transition	Low	Removal of NATs
Improved QoS capabilities	Modest/ Small	Few benefits in the near future	Low	Ongoing standardization and subsequent implementation of QoS "flow label" field

자료원: "Technical and Economic Assessment of IPv6," US-DOC IPv6 TF discussion draft.

표 3. 이해관계자별 IPv6의 도입비용

Stakeholders	Total Cost	Transition Cost Breakdown			Timing issues	Key Factors in Bearing Costs
		HW	SW	Labor		
Hardware Vendors	Low	10%	10%	80%	Currently most are providing IPv6 capabilities	Rolling in IPv6 as standard R&D expense: international interest and future profits incentivize investments
Software Vendors	Low /Medium	10%	10%	80%	Currently some are providing IPv6 capability	Interoperability issues could increase costs
Internet Users	Low /Medium	10%	20%	70%	Very few currently running IPv6: HW and SW will become capable as routine upgrade: size of enabling cost should decrease over time	Users will wait for significantly lower enablement costs or (more probably) a killer application requiring IPv6 for end-to-end functionality before enabling
Internet Service Providers(ISPs)	High	15%	15%	70%	Very few are offering IPv6 service: no demand currently: very high cost currently to upgrade major capabilities	ISPs see low or nonexistent ROI, high costs, and high risk

자료원: "Technical and Economic Assessment of IPv6," US-DOC IPv6 TF discussion draft.

표 4. IPv6 도입에 따른 각 이해관계자들의 경제적 손익

관련 경제주체		1차적 효과 ⁵⁾	2차적 효과 ⁶⁾	3차적 효과 ⁷⁾
장비 사업자 ¹⁾	비용	-교체 또는 신규 네트워크 장비 개발비	-교체 또는 신규 인터넷 단말기 개발비	-신규 시장 창출을 위한 기술개발비
	이익	-교체 네트워크장비 시장 참여 -신규 네트워크장비 시장 참여	-교체 인터넷 단말기 시장 참여 -신규 인터넷 단말기 시장 참여	-다양한 신규 장비시장의 창출 및 참여
네트워크 사업자 ²⁾	비용	-IPv6로의 교체 비용 (장비, 관리, 교육비 등)	-교체 서비스 개발비 -신규 서비스 개발비	-신규 서비스 개발비
	이익	-운영관리의 효율성 증대 (주소, 보안, 품질 등)	-교체 서비스 시장 참여 -신규 서비스 시장 참여	-다양한 신규 서비스 시장 창출 및 참여
응용 서비스 사업자 ³⁾	비용	-IPv6로의 교체비용 -교체 서비스 개발비	-신규 서비스 개발비	-신규 서비스 개발비
	이익	-서비스 개발의 편리성 -서비스 운영관리의 효율성	-교체 서비스 시장 참여 -신규 서비스 시장 참여	-다양한 신규 서비스 시장 창출 및 참여
최종 사용자 ⁴⁾	비용	-IPv6로의 교체비용 (H/W, S/W, N/W, 교육비 등)	-신규 서비스 구매비용	-신규 서비스 구매비용
	이익	-서비스의 편리성, 품질 향상	-신규 서비스의 제공받음 -최종 고객의 효율성 향상	-다양한 신규사업 기회 창출 -최종 고객의 효용성 향상

- (주) 1) 장비사업자: IPv6 도입에 공급자로서 H/W, S/W, 그리고 네트워크 장비업자를 모두 포함
 2) 네트워크 사업자: 자신의 인터넷망을 보유 또는 임대하여서, 망서비스를 제공하는 사업자를 모두 포함
 3) 서비스사업자: 인터넷망을 이용하여, 다양한 응용서비스를 제공하는 사업자를 모두 포함
 4) 최종사용자: 인터넷망을 통하여, 접속서비스 및 응용서비스를 제공받는 조직, 기업, 및 개인을 모두 포함
 5) 1차적 효과: 해당 경제주체에 대한 투자지출 또는 기술진보에 따른 직접적인 효과
 6) 2차적 효과: 1차적인 효과로 파생되는 경제 각 부문의 경제적 파급효과 (economic impacts)
 7) 3차적 효과: 사용자의 효용(user benefits)과 사회적 파급효과(social impacts)를 포함하는 개념

가들을 대상으로 하여 정성적인 판단자료를 수집하여, 통합적으로 분석에 활용하였다.

다양한 방법론을 사용하여 IPv6 도입의 경제성을 분석하고, 각각의 결과를 정리하였다.

IV. IPv6의 경제성 분석 결과

본 장에서는 관련 이해관계자 측면을 고려하여

4.1 신규 IP 주소 소요량 예측

본 절에서는 향후 정보통신 신규서비스가 도입되면서 추가적으로 필요한 IP 주소의 소요량을 예측

표 5. 추정한 신규 IP 소요량

(단위: 만개)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010
단순합	1,207	2,086	3,102	4,401	5,215	5,958
가중합	20,295	31,985	45,959	62,970	74,423	84,562
가중합+CPG소요량	40,995	82,585	114,959	154,970	267,623	285,582
기존소요량예측	4,026	4,565	5,203	5,888	6,624	7,399

하였다. 이러한 분석을 위하여 다음과 같은 가정을 하였다.

IT839정책의 8대 서비스를 대상으로 한정하여 각 서비스에 필요한 IP소요량과 그 총합을 추정하여 IP 주소 소요량으로 한다^[10].

각 8대 서비스의 연도별 가입자 수 예측규모는 관련 연구기관들의 시장예측자료를 사용한다. 각 서비스별 가입자 수 자료와 자료원천은 부록 1에 정리하였다.

각 8대 서비스별로 각 서비스 가입자 1인당, 1세대 당, 혹은 1개 기기당 필요로 하는 신규 IP 주소의 소요 갯수는 각 서비스별 전문가 그룹(IPv6

Forum Korea 회원)에 대한 설문조사 결과를 사용하여 추정하였다^[11].

- 각 응답자가 응답한 최대량을 신규 IP소요량으로 추정.
- 지상파DMB와 같이 무응답 분야는 유사분야 응답 자료를 사용하기로 함.
- 기타 무응답 분야는 서비스 당 1개 IP소요 추정.

IT839 8대 서비스 IP 소요량 계산에 대한 예측 모형은 다음과 같다. 여기서 서비스 가입자별 IP 소요량은 각 서비스별 가입자 단위당 필요한 IP 갯수를 의미한다. 전문가들에게서 조사된 각 서비스별 신규 소요 IP 주소 수는 부록 2에 정리하였다.

$$\text{IP 소요량 총합(년도)} = \sum (\text{IT839 서비스 가입자수}) \times (\text{서비스 가입자별 IP소요량})$$

위 데이터들을 사용하여 추정한 신규 IP소요량은 년도 별로 다음과 같다. 각 8대 서비스의 가입자별로 최소 1개 IP 주소만을 사용하는 경우(최소값)로부터 전문가 집단 설문 조사에 의한 최대 IP개수를 사용하는 경우까지를 계산하는 시나리오를 사용하였으며.

표 5를 살펴보면, RFID를 사용하는 CPG (Consumer Packaged Goods)제품의 규모를 제외하고 산정한 경우에는, 2010년에 필요한 IP소요량은 최소 1억 3,300만개(5,958+7,399)로부터 최대 9억 3,900만개(84,562+7,399)의 규모를 갖는다. 또한 RFID가 IP 주소를 1개씩 사용하는 경우에는, 2010년 최대 29억 3,900여 만개의 IP 주소를 필요로 하는 것으로 조사되었다. 2004년 현재, 한국이 보유한 IP 주소량이 3,400만개임을 감안하면, 2010년까지 추가로 필요한 신규 IP소요량은 최소 1억 개 최대 9억 그리고 RFID를 고려하면 최대 29억 개의 IP 주소가 신규로 필요하다.

4.2 IP 주소 자원의 경제적 가치 추정

본 절에서는 현재 사용되고 있는 IP자원의 경제적 가치를 추정하고자 한다. 이를 위하여 국내시장과 국제시장을 구분하여 개별 IP 1개의 가치를 추정하였다. 국내의 경우, IP 주소자원의 가치는 국내의 연도별 시장규모 자료들을 종속변수로 연도별 IP 주소 규모 자료를 독립변수로 하는 회귀분석 방법을 이용하여 추정하였다. 국외의 경우, IP 주소자원의 가치는 다음과 같은 국가별 시장규모 자료들을 종속변수로 해당 국가별 IP 주소규모 자료를 독립변수로 하는 단순회귀분석 방법을 이용하여 추정하였다.

국내 및 국외 시장별로 IP 주소 1개의 경제적 가치를 추정하기 위하여, 다음과 같은 산식을 이용하였다^[11].

국내시장의 IP 주소 1개에 대한 경제적 가치: IP의 시장 창출 기여도는 다음과 같은 단순회귀분석을 통해 얻을 수 있다. b는 IP 하나당 해당 시장에서의 가치이다.

$$i \text{ 년도 해당 시장 규모} = a + b \times (i \text{ 년도 누적 총 할당(또는 사용 중) IP 개수})$$

국제시장의 IP 주소 1개에 대한 경제적 가치: 국

가별 시장자료를 이용한 IP의 시장 창출 기여도는 다음과 같은 단순회귀분석과 다중회귀분석을 이용할 수 있다. b는 IP 하나당 해당시장에서의 가치이다.

$$i \text{ 국가의 해당 시장 규모} = a + b \times (i \text{ 국가의 총합당(또는 사용중) IP 개수}) + b2 \times (i \text{ 국가의 통제변수 변량, 선택적})$$

먼저 국내 IP 주소 1개 당 가치는 한국이 보유하고 있는 IPv4기반의 IP 주소량(부록 3)독립변수로 하여, 국내 인터넷시장 규모, 국내 초고속통신망 매출액 규모, 국내 정보통신산업 내수매출액 규모, 국내 정보통신서비스 총매출액 규모, 국내 정보통신기기 총매출액 규모를 종속변수로 회귀분석을 통하여, IP 주소 1개당 가치를 산출하였다. 그 결과는 표 6에 정리하였다. 전반적으로 설명력(R²)이 87% 이상으로 양호하였으며, IP 주소 한개당 가치는 130만원~660만원/년으로 나타났다.

해외시장을 대상으로 IP 주소 1개당 가치는 각국이 보유하고 있는 IP할당량을 독립변수로 하여, 국가별 인터넷시장 규모, 국가별 GDP 규모(각국의 GDP의 정보통신분야 평균투자율 5.526%/51개국 적용)을 종속변수로 회귀분석을 통하여, IP 주소 1개당 가치를 산출하였다. 그 결과는 표 6에 정리하였다. 전반적으로 설명력(R²)이 87% 이상으로 양호하였으며, IP 주소 한개당 가치는 290만원~900만원/년(1\$=1,100원)으로 나타났다.

IP 주소 자원 한 개의 경제적 가치를 추정하기 위해 본 연구에서는 국내외 정보통신 분야의 시장 규모 또는 각 국가의 GDP를 종속변수로 하고, 할당된 IP 주소 수를 독립변수로 하는 단순회귀분석을 실시하였으며, 그 결과 IP 주소 1개의 경제적 가치는 최소 14만원에서 최대 660만원에 이르기까지 다양하게 추정되었다.

그러나, 회귀분석에 사용된 표본수가 매우 제한되어 있고, IP 주소자원 이외에 정보통신산업 확대에 영향을 미치는 다른 변수들이 적절하게 통제되

표 6. IP당 가치추정 회귀분석 결과

구분	모형	종속변수	회귀계수	독립변수	R ²	관찰치	IP 1개의 경제적 가치 추정액	비고
국 내	①	국내 인터넷시장규모	0.286534853	년도 별 IP보유량	94.9%	9	₩286,535/년	자료원: 정보통신진흥협회
		국내 인터넷시장규모	0.329080698	년도 별 IP보유량	94%	6	₩329,081/년	자료원: 산자부
	②	초고속 인터넷 산업의 연간 매출액	0.148050037	년도 별 IP보유량	87.7%	10	₩148,050/년	
	③	국내정보통신산업 총매출액 규모	6.639473241	년도 별 IP보유량	92.1%	13	₩6,639,473/년	
	④	국내 정보통신산업 내수매출액 규모	6.026908972	년도 별 IP보유량	94.1%	13	₩6,026,909/년	
	⑤	국내 정보통신서비스 총매출액 규모	1.372154092	년도 별 IP보유량	95.7%	13	₩1,372,154/년	
국 외	①	국가별 인터넷 시장 규모	0.002679253	국가 별 할당된 IP보유량	83.9%	11	₩2,947,179	
		국가별 GDP	0.008307876	국가 별 할당된 IP보유량	88.7%	56	₩9,138,663.2	
	②	GDP대비 ICT기여율 통제(X1)	0.008232918	IP 누적량	88.9%	50	₩9,056,210	통제변수: 22732.3234

(주)

- 국내 인터넷시장규모: 통계청, 정보통신진흥협회, 산업자원부, KISDI 자료기반
- 국내 초고속통신망 연간 총매출: 한국정보통신산업협회(KAII) 정보통신산업 2003 통계집 자료기반
- 국내 정보통신산업 연간 총매출
- 국내 정보통신산업 내수시장 연간 총매출
- 국내 정보통신 기기 연간 총매출
- 국내 정보통신 서비스 연간 총매출
- 국가별 인터넷시장규모(특히, 전자상거래 거래규모): Forrester Research INC. "World Wide e-Commerce Growth" 자료기반
- 국가별 국내총생산(GDP, Gross Domestic Product)
- 국가별 정보통신 산업규모(ICT Sector, Information Communication Telecom Sector)

지 않았기 때문에 본 분석결과는 해석의 주의를 요한다. 즉, 여기서 분석된 IP 주소 자원의 경제적 가치는 할당된 주소 자원의 증가에 의해 직접적으로 산출된 가치로 해석될 수는 없다. IP 주소자원의 증가와 정보통신 산업의 매출 증가 사이에 존재하는 상관관계를 분석한 것이기 때문에 둘 사이의 인과관계에 의해 직접적으로 산출된 경제적 가치를 의미하는 것은 아니다.

결론적으로 여기서 분석된 IP 주소의 경제적 가치는 IP 주소 증가에 따른 정보통신 산업에 대한 간접적인 파급효과를 의미하는 것으로 해석하는 것이 보다 타당하다.

4.3 IPv6 도입에 따른 신규 정보통신서비스의 경제적 효과 추정

본 절에서는 각 8대 서비스 분야별 IPv6도입에 따른 시장창출 기여액을 추정함으로써, 각 이해관계자 및 정책담당자들에게 도움을 주고자 한다. 그러나 아직 서비스가 시작되지 않은 8대 서비스 분야에 대하여, 아직 시작되지 않았으며, 또한 표준 플랫폼으로서 기반구조적 성격을 갖고 있는 IPv6도입의 시장창출 기여액을 추정한다는 것은 매우 복잡하면서도 불확실성이 상존하는 일이다. 따라서 본 절에서는 일정한 가정 하에 기존의 정량적 자료와 전문가들의 정성적인 판단을 활용하고, 몇 가지 시나리오를 가정하여 종합적으로 추정하고자 한다.

본 분석에서의 주요 가정은 다음과 같다. 첫째, 현재 추정된 각 서비스 분야별 시장규모 추정치에서 IPv6관련 부분이 차지하는 부분을 추정하였다. 따라서 IPv6도입에 의하여 새롭게 창출되는 시장은 고려되지 못 하였다. 둘째, IP관련 분야(H/W, S/W, 인력 등) 시장은 IPv4관련 분야와 IPv6관련 분야로 구성되어 있는 것으로 가정하였다. 셋째, 본 분석에서는 각 서비스가 IPv6를 기반으로 도입되는 상황과 IPv6 외에 다른 주소체계와 공존하는 두 가지 시나리오를 상정하여 각각 다음의 산출식을 통하여 분석을 수행하였다.

<시나리오 1>: 각 서비스가 IPv6 기반으로 도입되는 경우

각 서비스별 IPv6의 = (각 서비스별 시장규모^{a)} * (각 서비스별 IP관련 분야 비중^b) * 시장기여액(서비스별 IPv6의 기여율^c)

<시나리오 2>: 각 서비스가 IPv6의 다른 주소 체계와 공존하여 도입되는 경우

각 서비스별 IPv6의 = (각 서비스별 시장규모)* (각 서비스별 IP관련분야 비중) * 시장기여액(각 서비스별 IPv6의 기여율)*(IPv6의 침투율d)

- a: 8대 서비스별 시장규모 추정치
- b: 8대 서비스별 IP관련분야(H/W, S/W, 인력 등)가 차지하는 비중
- c: 8대 서비스별 IPv4유지와 비교한 IPv6도입의 상대적 기여도
- d: IPv6의 인터넷망에서의 침투율

위의 산출식에서 4가지의 모수(parameters)는 다음과 같은 방법을 통하여, 산출하였다. 첫째 8대 서비스별 시장규모 추정치는 4.2절에서 언급된 국내외 여러 기관에서 추정한 기존의 시장규모 추정치를 사용하였다. 두 번째로 8대 서비스별 IP관련 분야의 비중은 각 서비스 분야별로 IPv6 Forum Korea 전문가들의 의견을 조사한 후 산출평균한 값을 사용하였다¹⁴⁾. 세 번째, IPv6도입의 기여율 또한 전문가들을 대상으로 의견조사 후 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법을 통하여 IPv6도입과 IPv4유지 상대적 기여도를 산출하였다. 마지막으로 IPv6의 침투율은 각 가정 또는 관련된 정보통신망에 IPv6가 확산되는 정도를 의미하는 것으로 IT839전략의 계획과 초고속정보통신망 확산사례를 참고로 하여, 본 연구팀에서 추정하였다.

8대 서비스 분야별 IPv6의 경제적 가치분석은, (1) 가정 및 방법론에서 언급한 바와 같은 2개의 시나리오별로 산출식에 따라서 추정하여 다음의 표 7의 결과를 얻었다. 분석 결과를 해석함에 있어서, 본 추정치는 IPv6의 플랫폼적인 특성상 단독, 직접적으로 산출한다기보다는, 간접적인 파급효과로 봐야할 것이다. 분석 결과에 따르면, 8대 서비스에 IPv6를 전면적으로 도입하는 시나리오 1의 경우 2005~2010년 누적액으로 약 45조의 경제적 가치가 있는 것으로 나타났으며, 다른 주소체계와 공존하는 시나리오 2에 따르면, 약 10조의 경제적 가치가 있는 것으로 나타났다. 각 서비스별로 살펴보면, 홈네트워크 분야에서 가장 큰 경제적 가치가 있을 것으로 추정되었으며, 그 다음으로 DTV, WiBro, 텔레매틱스 등의 순서로 나타났다.

표 7. 8대 서비스별 IPv6의 시장기여액

(단위: 억원)

8대 서비스	2005	2006	2007	2008	2009	2010	총계
WiBro 시장규모	3,350	9,405	17,214	24,314	29,218	30,000	113,501
IPv6의 시장기여액:시나리오1	71	1,998	3,658	5,166	6,209	6,375	24,118
IPv6의 시장기여액:시나리오2	4	20	366	1,033	1,863	2,550	5,835
지상파DMB시장규모	91	154	372	546	916	7,056	9,135
IPv6의 시장기여액:시나리오1	21	35	84	123	207	1,595	2,065
IPv6의 시장기여액:시나리오2	0	0	8	25	62	638	734
위성DMB서비스시장규모	1,098	1,839	2,737	3,815	5,093	6,584	21,166
IPv6의 시장기여액:시나리오1	248	416	619	862	1,151	1,488	4,784
IPv6의 시장기여액:시나리오2	1	4	62	172	345	595	1,180
홈네트워크 시장규모	61,600	77,880	102,300	129,690	172,443	215,197	759,110
IPv6의 시장기여액:시나리오1	20,232	25,579	33,600	42,596	56,638	70,680	249,325
IPv6의 시장기여액:시나리오2	101	256	3,360	8,519	16,991	28,272	57,500
Telematics시장규모	8,491	8,865	9,613	10,130	11,292	11,679	60,070
IPv6의 시장기여액:시나리오1	2,933	3,062	3,321	3,499	3,901	4,035	20,751
IPv6의 시장기여액:시나리오2	15	31	332	700	1,170	1,614	3,861
RFID 국내시장	2,451	4,953	6,163	11,375	12,491	13,273	50,706
IPv6의 시장기여액:시나리오1	772	1,559	1,940	3,581	3,932	4,178	15,962
IPv6의 시장기여액:시나리오2	4	16	194	716	1,180	1,671	3,780
W-CDMA 시장규모	5,060	6,802	10,285	13,371	17,382	22,597	75,497
IPv6의 시장기여액:시나리오1	354	476	720	937	1,217	1,583	5,287
IPv6의 시장기여액:시나리오2	2	5	72	187	365	633	1,264
DTV시장규모	45,158	64,914	70,559	84,671	101,605	121,926	488,833
IPv6의 시장기여액:시나리오1	11,411	16,404	17,830	21,396	25,676	30,811	123,528
IPv6의 시장기여액:시나리오2	57	164	1,783	4,279	7,703	12,324	26,310
VoIP시장규모	1,620	2,669	3,203	3,773	4,311	4,785	20,361
IPv6의 시장기여액:시나리오1	444	731	878	1,034	1,181	1,311	5,579
IPv6의 시장기여액:시나리오2	2	7	88	207	354	524	1,183
8대시장규모의 총합계	128,919	177,481	222,446	281,685	354,751	433,097	1,598,379
IPv6기여액 합계:시나리오1	37,127	50,260	62,650	79,194	100,112	122,056	451,399
IPv6기여액 합계:시나리오2	186	503	6,256	15,838	30,033	48,821	101,646

4.4 ISP의 매출 및 비용 증감효과 추정

(1) 분석 방법론

본절에서는 IPv6의 도입이 ISP의 매출, 투자 및 비용 측면에 미치는 영향으로부터 ISP들이 향유할 수 있는 경제적 가치를 추정하였다. 이를 위해, 국내 대표적인 유선계 ISP 3사인 KT, 하나로, 데이콤을 대상으로 IPv6의 도입이 미치는 매출, 투자 및 비용 측면의 현금 흐름 개선 효과를 추정하였다.

각 ISP들의 과거 3년(2001-2003) 재무제표를 기반으로 하여 기존의 IPv4를 계속 활용하는 경우의 2005-2010년간의 매출, 투자, 영업비용을 추정하고, 이를 기반으로 하여 IPv6 도입 시 매출의 증가 효과, 투자 및 비용의 증감효과를 추정하였다. 이를 위해 다음과 같은 가정을 하였다.

- 유선인터넷 매출 성장률 10%: 기존 사업 구조가 그대로 지속되고, 시장은 완만하게 성장함을 가정
- 네트워크 장비 투자는 연간 5% 증가 : 신규 사업 투자는 없는 것으로 가정

- 전체 네트워크 설비 투자 중 IP 망 투자비율은 전체 매출 중 인터넷 관련 매출 비중과 일치한다고 가정
- 전체 영업비용 중 인터넷 부분 영업비용 비율 또한 전체 매출 중 인터넷 관련 매출 비중과 일치한다고 가정
- 전체 인터넷 영업비용 중 15%를 네트워크 관리 비용으로 추정
- IPv6 도입에 의한 매출증가, 투자 및 비용 절감효과는 전문가 설문 응답 자료를 활용하여 추정
- 유효 응답자 72명의 자료를 활용하여 6분위 평균값을 구하여 적용(가정: 보다 높게 추정한 응답자는 장기 예측, 보다 낮게 추정한 응답자는 단기 예측한 것으로 가정)
- NPV 분석에서 할인율은 15% 가정

분석결과는 다음 표 8와 같다. IPv6를 도입하는 경우, 2005년부터 2010년까지 신규서비스를 이용한 매출 확대 효과의 단순합계는 총 12조 8천억원으로

표 8. ISP의 매출 및 비용 증감효과 추정 분석 결과

(단위: 억원)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	단순합계
인터넷 매출 추정치	45,569	50,126	55,138	60,652	66,717	73,389	393,016
네트워크 장비 투자 추정치	27,148	28,506	29,931	31,428	32,999	34,649	210,516
IP 장비 투자비 추정치	6,985	7,335	7,701	8,086	8,491	8,915	54,167
IP 네트워크 운용비용 추정치	6,462	7,108	7,818	8,600	9,460	10,406	55,729
투자 및 비용 증감을 가정	-15.00%	5.14%	10.00%	20.00%	30.00%	52.00%	
매출 증가율 가정	3.30%	8.40%	15.30%	25.40%	46.30%	92.50%	
IPv6에 의한 매출확대 효과	1,504	4,211	8,436	15,406	30,890	67,885	128,331
IPv6에 의한 투자 절감 효과	-1,048	377	770	1,617	2,547	4,636	8,900
IPv6에 의한 비용 절감 효과	-969	365	782	1,720	2,838	5,411	10,147
총 현금흐름 개선 효과	-513	4,953	9,988	18,743	36,275	77,932	147,378
개선된 현금흐름의 NPV	-446	3,745	4,040	4,317	5,949	10,387	27,991

표 9. 네트워크 장비시장 창출효과 추정 분석 결과

(단위: 억원)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	단순합계
장비시장 예측치	11,321	12,067	12,712	13,437	14,202	15,012	78,751
IPv6에 의한 (%) 시장확대기여율	6.41	13.92	25.83	36.66	60.00	115.00	43.04
IPv6에 의한 시장확대 규모	726	1,680	3,284	4,926	8,521	17,264	36,400
IPv6 도입 후 총시장 규모	12,047	13,747	15,996	18,362	22,724	32,276	115,151

추정되었다. 같은 기간 동안 투자비 절감효과는 약 8,900억원, 비용절감효과는 약 1조원 규모로 추정되었다. 이를 합한 전체 총 현금흐름 개선효과의 단순합계는 12조 8,331억원으로 추정되었다. 이를 현재 가치로 계산하면, 2조 7,991억원이다.

4.5 네트워크 장비시장 창출 효과 추정

본 절에서는 IPv6의 도입으로 네트워크 장비시장에서의 경제적 가치를 산정하였다. 먼저 IPv6의 도입이 국내 네트워크 장비시장의 확대에 기여하는 정도를 IPv6 Forum Korea 전문가 대상 설문으로 추정하고, 이를 기반으로 국내 네트워크 장비시장 확대 규모를 추정하였다. 우선, 국내 네트워크 장비시장(생산액 기준)의 향후 시장 규모에 대한 예측치는 [12]의 예측자료를 활용하였다. 이 예측치는 향후 국내 네트워크 장비시장이 연평균 5.7% 성장할 것으로 예측하고 있다.

전체 통신 장비 중 단말계층과 전달망 계층을 제외한 서비스 및 제어계층 장비 생산액만을 사용하여 IPv6 도입에 따른 시장확대 규모를 추정하였다. 앞서의 분석과 마찬가지로 IPv6에 의한 시장 확대 정도를 추정하기 위해, 전문가 설문조사에서 수집된 시장 확대 기여율 추정 자료를 활용하였다. 설문에 대한 유효 응답자 72명의 자료를 활용하여 6분위

평균값을 구하여 적용하였다. 이때 보다 높게 추정된 응답자는 장기 예측, 보다 낮게 추정된 응답자는 단기 예측한 것으로 가정하였다.

분석결과는 다음 표 9와 같다. IPv6에 의한 시장 확대 기여율을 2005년 6.4%, 2006년 13.92%, 2007년 25.83%, 2008년 36.66%, 2009년 60%. 2010년 115%를 가정하면, 2005년에서부터 2010년까지 IPv6의 도입의 의해 새롭게 창출될 수 있는 장비 시장규모는 약 3조 6,400억원 규모로 추정된다.

VII. 결론

본 연구의 연구목표인 IPv6의 경제적 가치 분석을 위해서는, 본 연구에서는 정량적인 방법과 정성적인 방법을 다양하게 적용하여, 직접적인 효과보다는 간접적인 효과를 다양한 접근법을 통하여 추정하였다. 첫 번째, IP 1개당 경제적 가치를 추정하였다. 분석 모형에 따라 편차가 심하기는 하지만, 그동안 한국의 인터넷 산업 발전 과정에서 IP의 경제적 가치 창출 효과는 약 300,000원 내외로 추정되었다. 두 번째, 각 8대 서비스별 IP 소요량을 추정하였다. 2010년까지 최소 1억 4천만 개~최대 38억 개의 신규 IP 주소가 필요한 것으로 추정되었다. 세 번째, IT839전략의 8대 서비스별로 각 시장에 대한

IPv6의 기여액을 추정하였다. 그 결과 8대 서비스에 IPv6가 전면적으로 도입되는 경우, 2005~ 2010년간 누적액 기준으로 45조의 경제적 효과를 나타내는 것으로 나타났으며, 8대 서비스에 IPv6와 다른 주소 체계가 공존하는 경우에는 누적액 기준으로 10조의 경제적 효과가 있는 것으로 나타났다. 네 번째, ISP의 매출 및 비용 증감 효과를 추정하였다. 2010년까지 ISP의 매출 증대 및 투자와 비용 감소 효과는 단순 누적으로 총 14조 7천억 원이며, ISP의 IPv6 도입의 현재가치(NPV)는 약 2조 8천억 원으로 추정되었다. 다섯 번째, 네트워크 장비 시장 창출 효과를 추정하였다. 국내 네트워크 장비 시장 확대 효과는 2010년까지 총 3조 6천억 원 규모인 것으로 나타났다.

본 분석은 향후 이 분야 연구 대상들에 대한 연구 방법론들을 개발하기 위한 탐색적 시도로서, 본 분석에 나타난 경제적 효과의 절대적 수치는 아직 신뢰할 수 있는 단계는 아니라고 볼 수 있다. 또한, IPv6가 인프라인 점을 고려할 때 본 분석에서 조사된 모든 경제적 효과는 대부분 간접적인 파급효과를 의미하는 것으로, IPv6 자체의 경제적 가치가 아니라 IPv6를 활용하여 장비, ISP, 응용서비스 사업이 창출할 수 있는 경제적 가치를 의미한다고 볼 수 있다.

본 분석의 시사점은 첫째, IPv6로의 이행이 단말을 고려하지 않을 경우, 통신 장비 산업에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 평가되었다. 둘째, ISP들의 전환 비용의 경우, ISP들의 전체 투자와 비용에서 IP 네트워크 장비 및 망 운용 비용이 차지하는 비중이 크지 않기 때문에 크게 문제는 아닌 것으로 보인다. 결국 ISP들 입장에서 IPv6로의 전환 여부는 Killer App.의 개발 여부에 달려 있다고 할 수 있다.

앞서 설명되었듯이, 본 연구에서 시도된 IPv6 경제성 분석은 향후 보다 풍부한 자료와 정교한 모델을 개발하기 위한 전단계의 탐색적인 분석이다. 따라서, 본 연구에서 추정된 IPv6 주소 자원의 소요량이나 IP의 경제적 가치, IPv6에 의한 신사업 창출효과나 장비시장 창출 효과 등은 아직 신뢰할 만한 수준의 연구결과가 아니다. 따라서, IPv6의 경제적 효과를 보다 체계적이고 신뢰할 만한 수준으로 분석하기 위해서는 다음과 같은 추가적인 연구가 필요할 것이다.

첫 번째로, IP의 경제적 가치와 신규 시장 창출 규모에 대한 보다 정교한 경제적 분석 모델 설계가 필요하다. 이를 위해서는 분석에서 적용한 주요 가

정치 들의 현실성에 대한 추가적인 검증 작업이 필요하며, 또한 경제적 효과를 보다 직접적으로 측정할 수 있는 모델 개발이 필요하다.

두 번째, IPv6도입에 결정적인 이해 관계자라 할 수 있는 ISP의 IPv6 도입시 경제적 효과에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 특히 다음의 사항들이 충분히 고려되어야 할 것이다. 첫째, ISP 비즈니스 모델의 변화가 가능한가? 둘째, 현재 ISP의 회선단위 과금 방식의 한계, 셋째, ISP는 단말, Packet, Bandwidth 단위의 과금을 원하는 데 IPv6가 이러한 ISP의 요구에 기술적으로 대응할 수 있는가?

세 번째, IPv6 도입의 비용 대비 효과에 대한 미시적 분석이 요구된다. 특히, ISP와 기업 단위로 IPv6 대 IPv4+NAT의 비용 대비 편익에 대한 경제적 분석 모델 설계가 필요하다. 또한 홈네트워크, 텔레매틱스, USN 등에서 Edge Network이 기술적으로 어떻게 구현될 것인가에 대한 기술예측을 반영한 분석이 필요하다. 이를 위해서는 기술적 또는 정책적인 측면에서 ALL-IP 인가 아니면 각각 고유의 표준으로 진화할 것인가라는 요인이 반드시 고려되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] NTT/VERIO, Department of Commerce Response to Notice of Inquiry, Prepared by NTT/VERIO, 8005 S. Chester St. Suite 2000, Englewood, CO 80112, March 8, 2004.
- [2] Simson Garfinkel, "The Net Effect- Internet 6.0", MIT Technology Review, <http://hs247.com/modules.php?name=News&file=print&sid=215>, January 7, 2004.
- [3] David Passmore, "IPv6:Still Next Generation", Business Communications Review, <http://www.bcr.com.bcrmag/2003/07/p20.asp>, 2003.7.
- [4] 설성수 외, 기술가치평가 개론, 기술혁신학회지, Vol. 3, No.2, 2000.
- [5] Tony Hain, Patrick Grossetete, Jim Bound and Latif Ladid, "e-Nations, The Internet for all," North American IPv6 Task Force, 2003.
- [6] Geoff Huston, "Why are NATs so popular", Internet Society, Sep 2003.

[7] Commission on E-Business, IT and Telecoms, June 2004.

[8] Tim Chown & Latif Ladid, Deliverable D4 Final Project Report, IPv6 Task Force Steering Committee, 2004.

[9] Jim Bound and Latif Ladid, NAv6TF NTIA IPv6 RFC Response, NAv6TF, 2004.

[10] 정보통신부, 국민소득 2만불로 가는 길 정보통신부의 IT 8·3·9전략, 2004.

[11] 이병현, 이상곤, 이재원, “IPv6의 경제적 효과 분석,” 한국전자통신연구원, 2004.

[12] Gartner Group, 2002-2003, In-Sat, 2003.

부록 1. 각 서비스 분야별 가입자규모

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
WIBRO가입자수(만명)		22.6	140.5	347.5	571.5	749.6	855.9	901.4
지상파DMB가입자수(만명)			60	156	299	481	677	851
위성DMB가입자수(만명)		33	66.9	112.1	166.9	232.6	310.5	401.4
홈네트워크 가입자수(만세대)		248	334.8	421.6	508.4	647.3	786.2	925.0
Telematics가입자수(만명)		36.7	61.0	64.3	68.3	73.1	78.0	82.9
RFID CPG상품수(억개)			2.07	5.06	6.9	9.2	19.32	20.102
WCDMA가입자수(만명)	18.1	92.2	265.5	577.3	1038.1	1678.7		2084.2
VoIP가입자수(만명)		20.6	37.8	62.3	74.8	88.1	100.7	111.8
DTV가입자수(만세대)	110	170	240	345	375			600.5

(주)

- WiBro 서비스: 한국전자통신연구원(ETRI) 네트워크경제연구팀 2004년 3~4월 수행 설문조사 자료 (ITFIND 주간기술동향 2004.06.30)
- 지상파 DMB 서비스: ‘방송·통신융합을 주도하는 DMB서비스’, ETRI CEO information호(2004. 5)
- 위성파 DMB 서비스: “위성DMB산업과급효과” Telecommunication Review 2003.8
- 홈네트워크 서비스: Gartner Group 2002-2003, In-Stat 2003 (ITFIND주간기술동향, 한국정보보호진흥원2004.08) 국내 6.4% 비율적용.
- 텔레매틱스 서비스: 2002-2005년도 자료는 소프트뱅크리서치, 2007-2010년도 자료는 세계 성장률에 6.4% 적용(KISTI 재구성)자료, 월드 리포트 2001을 사용함.
- RFID 서비스: CPG제품(Consumer Packaged Goods)을 대상으로 그 사용 예측규모를 추정함. 추정 시장규모의 단위는 억 개. 기반 자료는 Forrester 보고서 자료에 KISDI 2004.4.16 예측의 4.6% 적용 추정치를 사용함.
- WCDMA 서비스: OVUM(2004), Global Mobile Market;2003-2008, IDC, 2003의 전세계 시장 예측 자료에 국내 비율 6.4% 적용 재구성함.
- VOIP 서비스: IDC, KISDI(2003), 정보통신부(2004)의 예측 매출 규모를 1인 월평균 사용료 35,673원을 적용하여 예측 가입자 수 규모를 추정함.
- 디지털TV 서비스: ETRI 정보조사분석팀, ETRI 정보화기술연구소, 2002.11.

부록 2. 각 서비스 가입자별 IP소요량

구분	평균값	최대값	최소값
WIBRO	8.5	20	2
지상파DMB	6	10	2
위성DMB	5.75	10	2
홈네트워크	9	30	1
텔레매틱스	14	50	1
RFID	1	1	1
WCDMA	6	10	2
VoIP	2.9	6	1
DTV	1	1	1

부록 3. 한국이 보유한 IP 주소량(IPv4 기준)

(단위 개)

연도	IP 주소보유수
1990	3,155,968
1991	3,156,224
1992	3,156,224
1993	3,324,416
1994	3,848,704
1995	4,766,208
1996	6,208,000
1997	7,256,576
1998	8,174,080
1999	10,402,304
2000	18,921,984
2001	22,985,216
2002	27,179,520
2003	30,980,608
2004	34,007,296

자료원: 한국인터넷진흥원

이 병 헌 (Byungheon Lee)

정회원



1989년 2월 연세대학교 경영영학
사

1991년 2월 KAIST 경영과학 석
사

1998년 8월 KAIST 경영공학 박
사

1999년 10월~2001년 4월 하나로

통신, 전략기획팀장

2001년 4월~2002년 2월 사이버펄스네트워크(주), 이사

2002년 3월~2004년 2월 한국기술교육대학교, 조교수

2004년 3월~현재 광운대학교 경영학과, 조교수

<관심분야> 통신경영, 기술경영, 벤처경영, 전략경영

이 상 곤 (Sang Kon Lee)

정회원



1992년 2월 연세대학교 경영영
학사

1994년 2월 KAIST 경영과학
석사

2000년 8월 KAIST 경영공학
박사

2000년 8월~2001년 9월 AIT

파견조교수

2002년 3월~현재 한국기술교육대학교 조교수

<관심분야> 통신경영, 정보시스템 전략, 아웃소싱