



신기술해설

# 미래인터넷의 이해와 중점기술에 대한 연구개발 방향



전승수 (한국과학기술기획평가원)

- 
- 목 차 »
1. 서 론
  2. 미래인터넷 기술의 이해
  3. 중점기술의 표준화 동향
  4. 미래인터넷의 연구개발 방향
  5. 결 론
- 

## 1. 서 론

미래인터넷(Future Internet)의 개념은 일반적으로 사회, 경제, 기술적 측면으로 이해해볼 수 있다. 먼저 사회적 측면에서 살펴보면 경제·사회·문화적으로 발생하는 다양한 수요와 요구사항(1)을 수용할 수 있는 미래 사회의 새로운 인터넷이며, 경제적 측면으로 보면 현 인터넷의 구조적 한계를 극복할 수 있는 대안적 기술과 융합·지능형 서비스, 스마트워크 등 새로운 혁신 서비스를 포괄한다. 마지막으로 기술적 측면으로 보면 방송·통신·컴퓨팅·센서망이 모두 융합되어 언제 어디서나 개인의 특성과 상황에 맞는 최적의 서비스를 끊임없이 제공받을 수 있는 환경으로 해석해

볼 수 있겠다. 미래인터넷의 실제적 실현에 있어, 현재 인터넷 기술 및 환경을 발전적으로 보완·개선하는 점진적 접근방법과 새로운 개념과 구조에서 완전히 새롭게 재설계하는 방식의 혁신적 접근 방법이 제시되고 있다. 점진적 접근(5~10년) 방법은 차세대 인터넷 개념으로 현재 기술을 점진적 보완하는 것으로 기존의 광대역통신망을 기반으로 기존 인터넷과의 호환을 유지하면서 점진적인 기술의 개선과 새로운 통신 규약의 도입을 통해 인터넷을 단계적으로 발전시키는 것이다. 혁신적 접근(15년 이후) 방법의 경우, 완전히 새로운 접근으로 혁신적 기술을 도입하고, 새로운 인터넷을 재설계하여 인터넷 패러다임을 변화시키는 방식이며 기존 인터넷과의 호환성이 불가능한 특징이 있다. 미래인터넷의 주요 기술은 기존 인터넷과 네트워크를 포괄하는 새로운 개념의 네트워크 구축과 요구사항을 수용한 구조화 및 서비스응용 등 새로운 인터넷 기술로 요약해볼 수 있다. 먼저 네트워크 인프라기술부문은 초광대

- 
- 1) 인터넷 기반의 기술융합과 새로운 서비스의 실현을 위해 확장성(Scalability), 편재성(Ubiquity), 이동성(Mobility), 이종 수용성(Heterogeneity), 보안성(Security), 재구성(Reconfigurability), 관리성(manageability), 상황인지(Context Awareness) 등의 기술적 속성(Property)을 만족하는 새로운 인터넷이 필요

〈표 1〉 기존 인터넷과 미래인터넷의 차이

구분	기존 인터넷	미래 인터넷
개념	네트워크는 단순히 연결만 하는 역할	인터넷 전체가 하나의 지능적 컴퓨터
형성	IP 기반 통신규약에 따른 획일적 구성	서로 다른 서비스 네트워크들로 구성
동인	네트워크 기술 중심의 제한적 서비스	시장요구에 부합된 서비스 지향 네트워크

역) 유무선 융합 통신망, 사물지능 통신망 등 하드웨어 구축과 효과적인 네트워크 운영을 위한 논리적 프로그램 및 가상화 기술 등을 포함한다.

다음으로 아키텍처 구조화기술부문은 미래인터넷의 기술적 요구사항과 서비스 구현을 하기 위한 네트워크 계층 간 통신 및 관리 등이다. 서비스 응용기술부문은 새로운 환경에서의 개인화 서비스 구현과 상황인지, 실감형, 스마트, 지속형, 그린 서비스 등 새로운 응용 서비스에 관한 기술을 포함한다.

미래인터넷은 <표 1>과 같이 모든 사물과 기기가 컴퓨터와 네트워크로 연결되어 새로운 융복합 서비스를 구현하고 체계적인 수익배분이 가능하도록 설계됐다. 천억개 이상의 대규모 네트워크 노드(Node) 연결을 수용하며 유무선 환경에서의 상시적 상호접근 보장과 다양한 무선 접속 기술로 이동성 보장을 고려했다. 또한 새로운 통신기기 및 장비 간의 상호 연결과 안전한 정보 보호, 상시적 오류 복구 및 지능형 네트워크 등 통합적 자원 관리와 사용자 중심의 서비스를 실현할 수 있도록 구조화했다. 한편, 기존 인터넷의 발전은 다양한 분야에서 인류의 생활과 산업 발전에 기여하였으나 이전에 없었던 새롭고 다양한 문제들<sup>3)</sup>을 양산했다. 1960년대에 설계된 지금의

인터넷은 제한된 IP(Internet Protocol) 주소 체계로 인해 급증하는 정보기기 및 통신 트래픽 처리에 한계가 있으며 사이버 공격에 취약했다. 또한 세계 인터넷 사용자가 20억명(2011년)을 넘고, 2013년 22억명(전세계 인구의 43%)으로 증가가 예상되는 시점이다. 향후 2020년에 인터넷 사용자는 전세계 50억명으로 예상되며 IP 트래픽<sup>4)</sup>은 매년 60%씩 증가되어 IP 고갈 및 트래픽 포화가 예상된다. 특히, 2015년 경 전세계 IP 트래픽은 2010년 기준 4배(월평균 80.5엑사바이트<sup>5)</sup>)로 증가하고 인터넷 접속기기는 150억대, 한국의 트래픽 점유율은 8.5%로 예상되고 있다(‘비주얼 네트워크 인덱스 보고서’, 2011). 기존의 인터넷은 글로벌 경제 네트워크 및 산업 인프라로서 빠르게 발전했으며 우리나라의 경우 인터넷 강국으로 인식되고 있으나 인터넷과 관련한 주요 원천기술의 보유는 미약한 수준이다. 따라서 기존 인터넷의 한계와 문제를 효과적으로 극복하고 지속적인 기술 발전과 새로운 경제 성장의 기반 마련 차원에서 미래인터넷이 특성과 관련 기술에 대한 합리적 연구개발 정책을 수립하는 것이 매우 중요하다.

미래인터넷의 세계 시장은 2018년 3,119조원 규모로 성장이 예상된다(Gartner/IDC 2007). 이에

- 2) 단거리 구간에서 낮은 전력으로 넓은 스펙트럼 주파수를 통해 많은 양의 디지털 데이터를 전송하기 위한 무선기술로 GHz대의 주파수를 사용하며 초당 수천~수백만 회의 저출력 펄스로 이루어짐. 초고속 인터넷 접속과 레이더 기능, 전파탐지기 기능으로 광범위하게 응용됨.
- 3) 방대한 스패메일과 보안 취약, 이동 중 통신 단절,

- IP 대역 및 사용량의 제약, 통신 속도 및 품질 한계, 기술 간 연계 및 확장 한계(가능하면 무선 문제인지 구체적으로 기술 필요) 등의 문제가 지속적으로 증가
- 4) 인터넷 상의 이동 및 점유되는 데이터의 양으로 요청(Request), 제공(Receive), 서비스 점유, 경로 이동 등에서 발생
- 5) 1 엑사바이트(EB, Exabyte) =  $10^{18}$  bytes = 1,000,000,000,000,000 bytes, 데이터 표시단위

〈표 2〉 인터넷 기술의 변화와 발전 단계, 방송통신위원회, 2010

	초고속정보통신망 (1995~2005)	광대역통신망(BcN) (2004~2010)	미래인터넷 (2010~2020)
목표	- 유선평균: 20Mbps - 이동평균: 2Mbps	- 유선: 100Mbps - 무선: 50~100Mbps(가입자당 1Mbps)	- 유선: 1Gbps 이상 - 무선: 100Mbps 이상 * 현재보다 평균 50배 이상 빠른 속도

주요국은 인터넷 중심의 글로벌 네트워크를 확대하여 기존의 경제·산업적 경쟁력과 시장 지배력을 유지하기 위해 새로운 미래 방송통신 기술·융합 기술을 선점하여 향후 지속적 경기 부양 및 산업 성장 동력으로 활용할 계획을 수립하고 있다. 우리나라는 미래인터넷을 10대 미래 서비스로 선정하고 방송통신 및 융합 서비스의 핵심기술로서 융합산업의 경쟁력 기반과 신시장 창출 및 인력양성, 지속적 성장의 인프라로 활용할 계획이다. 현재, 2016년까지 이동통신 4세대(이동 시 100Mbps 정지 시 1Gbps)를 실현하고 2020년까지 10Gbps급의 5세대의 고속통신망을 구축할 계획이다.

## 2. 미래인터넷 기술의 이해

미래인터넷의 중점기술과 표준화의 이해에 있어 미래인터넷 기술에 대한 요구사항과 목표 서비스를 살펴볼 필요가 있다. 우선 요구사항을 보

면 지속적인 개선이 가능한 확장성, 완벽한 보안과 견고성, 끊은 없는 서비스가 가능한 이동성, 기계에 의한 자율성 및 관리성, 기타 서비스의 품질과 이질성, 주문성, 프로그램화 및 재설정, 데이터 중심 및 상황인지, 경제적 동기 등이 있다. 미래인터넷의 핵심기술 실현을 위해서는 주요 소프트웨어 및 플랫폼 개발과 새로운 단말기기, 부품 등의 시험·검증이 동시에 진행되는 것이 중요하다. 한편, 미래인터넷의 응용서비스(그림 1)와 같이 언제·어디서나 이용자의 상황에 맞는 스마트(Smart), 그린(Green) 서비스를 실감형(Realistic)으로 끊임없이(Seamless), 안전하게(Trusty) 제공하는 것을 목표로 둔다.

미래인터넷 기술은 네트워크인프라, 아키텍처 구조화, 서비스응용 부문으로 나뉘지며 기술별 표준화 활동 및 국제 협회가 활발하다. 우선 미래인터넷의 중점기술은 원천기술 확보 및 시장창출의 관점에서 네트워크 인프라 구축을 위한 테스트베드 개발과 서비스모형 개발에 맞춰져 있다. 이는 사용자 및 접속 기기의 무한증가와 데이터 접속의 수용을 고려하여 네트워크 인프라의 고속화와 거대화, 광대역화를 고려한 것이다. 미국의 경우 2000년부터 NewArch 프로젝트를 시작으로 2002년 PlanetLab, NSF의 NeTS(Networking Technologies and System) 사업을 진행하고 있으며 유럽연합, 일본, 우리나라 등이 약 1~3년 격차로 기술개발 및 표준화 연구를 진행하고 있다. 미



(그림 1) 미래인터넷의 중점기술과 서비스응용 사례

래인터넷기술의 상용화 시점은 2015년 이후로 예상되며 중점기술에 대한 표준화 활동과 시장 경쟁은 2018년에 본격화될 전망이다. 우리나라의 경우 2006년부터 방송통신위원회를 중심으로 기술기획 및 표준화 활동이 시작됐으며 미국과의 테스트베드 구축 협력 및 표준화 협의를 진행하

고 있다. 선진국의 경우 미래인터넷 인프라 구축 및 서비스응용모델 발굴을 위해 대단위 테스트베드를 구축하고 원천기술의 사전 연구개발에 집중하고 있다.

미래 인터넷의 중점 기술은 크게 네트워크 인프라 기술과 아키텍처 구조화 기술, 서비스 응용

(표 3) 미래 인터넷의 중점 기술과 표준화 내용, TTA/ICT Standardization Roadmap, 2009

구분	정의	표준화 대상 (중점기술: √)	표준화 내용
미래 인프라 구축 기술	미래인터넷 기술을 실험, 검증 하기 위한 테스트베드 구축과 이를 운영 관리하는 기술	√ Substrate 규격	네트워크 상의 다양한 컴포넌트의 하드웨어 및 인터페이스에 대한 규격
		√ Control 프레임워크	네트워크 상의 다양한 자원들을 공유하기 위한 자원식별, 자원 발견, 등록, 제어 등을 포함하는 규격 정의
		√ 관리, 모니터링, 측정, 보안	네트워크 관리, 모니터링, 측정 기술을 포함하고 인프라 사용자 인증 및 보안을 위한 프레임워크 정의
		도메인 Federation	서로 다른 도메인 간의 자원 공유를 위한 Federation 표준
		√ 네트워크 가상화	단일 물리 인프라 내에 여러 이종 네트워크 등을 지원하고 실험하기 위한 네트워크 가상화 규격을 정의
		오버레이 네트워크	네트워크 가상화 기술을 이용하여 다중 오버레이 네트워크 구축 및 이용 표준
		√ 프로그래머블 라우터	라우터 내의 자원을 프로그래밍하고 여러 사용자 간의 공유를 보장하기 위한 가상화 지원 플랫폼 및 서버 규격 정의
		프로그래머블 플랫폼과 서버	네트워크 서버 및 플랫폼 내의 자원을 프로그래밍하고 여러 사용자 간의 공유가 가능하도록 가상화 플랫폼 및 서버 규격
		√ 프로그래머블 무선 서버넷	프로그래머블 라우터 및 플랫폼 등에 802.11, 802.16, 센서, 3G/4G 등 다양한 무선 인터페이스 규격을 정의
연동 표준	미래인터넷과 IPv4, IPv6, BcN, USN 등 다른 인프라 기술과 연동을 제공하기 위한 표준		
미래 인터넷 아키텍 처 기술	인터넷 아키텍처인 TCP/IP를 대체할 미래 인터넷의 아키텍처 요소기술	ID/로케이터 분리	주소 내에 ID와 로케이터를 분리하여 어드레싱 및 라우팅 구조를 설계
		미래 라우팅	현 인터넷 라우팅 방식을 개선하여 새로운 구조로 정의
		무선수송프로토콜	무선 환경에 적합한 새로운 TCP 표준 정의
		안티스팸/보안	현 인터넷 보안 문제를 근본적으로 해결하기 위한 미래 보안 기술 설계
		√ 계층 간 통신	프로토콜 계층 간의 정보 교환을 위한 인터페이스 환경 정의
		통합 아키텍처	표준 요소기술들을 하나의 통합 구성된 단일 아키텍처 정의
		√ 동적 광 경로	코어 네트워크 상의 전송기법을 줄이기 위한 동적 광경로 설정
		하이브리드스위칭	패킷 및 서킷 전송 방법을 동적으로 지원하는 새로운 스위칭
		광패킷/서킷라우팅	광전송 기반 패킷과 서킷 라우팅 표준을 정의
미래 서비스 응용 기술	미래인터넷 상에 적용될 서비스 / 응용 요소 기술	√ 상황인지 서비스	사용자가 다양한 이동환경에서 자신의 상황에 맞는 동일한 서비스를 받을 수 있도록 하는 규격
		자율 서비스	사용자 및 서비스 이동환경에서 자율적으로 네트워크를 구성하여, 관리할 수 있도록 하는 규격을 정의
		데이터 중심	데이터 중심의 응용 및 서비스를 제공하기 위한 규격
		서비스 오버레이	다양한 서비스 기반의 오버레이 네트워크를 동적으로 구축, 운영하기 위한 서비스 발견, 구축 표준
		서비스 제어	다양한 서비스 기반의 오버레이 네트워크를 동적으로 구축, 운영하기 위한 제어 표준

기술로 나누어 볼 수 있다. 먼저 네트워크 인프라 기술은 네트워크 구축의 효율성 및 초고속 통신망의 구현을 위해 네트워크 자원의 프로그램화 및 가상화, 플랫폼 구축기술 등이다. 아키텍처 구조화 기술은 데이터분배 및 주소관리를 위한 라우팅<sup>6)</sup> 확장성, 개인보안, 이동성 등을 고려해 새로운 주소체계 구조화, 통합라우팅기술 등이 있다. 서비스응용기술의 경우 미래인터넷 서비스 요구사항을 수용하기 위한 서비스 아키텍처 연구와 의미 기반 서비스의 명세, 네트워크 인지 기반 미디어 네트워킹 구조, 사회 연결망 및 협업 서비스 구조화 기술 등이 포함된다.

미래인터넷기술은 기존 산업의 고부가가치화, 신산업의 창출, 서비스 산업의 동반 발전 및 경쟁 확보 측면에서 매우 중요하다. 미래인터넷의 기술개발은 기술기획, 모형설계, 개발·검증으로 진행되며 주요 선진국들의 기술연구 및 표준화 수준은 기획 및 모형설계 단계를 거치고 있다. 우리나라의 경우 2005년 이후 추진된 미국의 미래인터넷 설계 및 테스트베드 프로젝트에 공동 참여하여 표준화 개발 활동을 진행하고 있으며 기존에 취약한 네트워킹 및 응용서비스 인프라 기술 확보에 주력하고 있다.

### 3. 중점기술의 표준화 동향

기존 인터넷의 경우 1986년 IETF(Internet Engineering Task Force)를 통해 표준화를 시작하고 1993년, 웹(WWW)의 발명 이후 1990년 말에 상용화에 성공한바 있다. 국제표준화기구(ISO, IEEE, WWW 등)들은 2009년도부터 미래인터넷 및 미래네트워크에 대한 요구사항분석 작업을 시

작했으며, 국내에서도 기술협회 및 출연연구기관(TTA, ETRI, 미래인터넷포럼 등)들이 표준화 활동에 참여하고 있다. 기술분야별 표준화 현황을 살펴보면 네트워크 인프라기술의 경우 미국이 연구개발 및 표준화를 주도하고 있으며 국내의 경우 미국과 테스트베드 활동을 협력하고 있다.

주요 표준화 대상은 인터넷 네트워크에서 데이터 이동 및 유통을 최적화하는 주요 통신선로와 경로의 설계기술이며 네트워크 관리·측정·보안기술과 도메인 정보 교환기술 등이 있다. 국내에서는 한국전자통신연구원(ETRI)이 네트워크 인프라 구축을 위한 기술기획을 시작으로 2009년부터 응용표준화 대상 및 표준화 활동에 착수했다. 응용기술의 표준화 대상은 네트워크 자원의 효율적 관리를 위한 가상화 및 프로그램 기술과 데이터 분배 규격, 무선 주소관리 및 플랫폼, 서버 규격 및 연동기술 등이 포함된다. 미국의 학계 및 연구소(프린스턴대, 워싱턴대 등)는 프로그램 구동이 가능한 라우터의 모형 제품을 개발한 바 있으며 국내에서는 ETRI가 프로그램 구동이 가능한 가상화 라우터 및 관련 플랫폼을 개발하고 있다. 아키텍처 구조화기술의 표준화는 네트워크를 구성하는 주요 규격 및 프로토콜 간의 통신 기술을 중심으로 표준화 협의가 진행 중이다. 미국 및 유럽의 경우 주요 대학을 중심으로 네트워크 구조화를 위한 계층 간 통신기술의 연구개발을 진행 중이며 국제 람다(lambda) 네트워크<sup>7)</sup> 커뮤니티에서 주요기술을 실험하고 있다. 주요 표준화 대상은 네트워크 계층 간 통신 표준과 주소·연결분리, 통합구조설계, 안티스팸 및 미래보안 표준 등이 있다. 또한 계층 간 통신 기술의 경우 2004년부터 국외의 대학 및 연구기관에서 기술개발을 진행하고 있으나 연구기관별로 독자적인 방식으로 개발

6) 데이터 패킷의 주소정보를 읽어 데이터를 목적지별로 분류하는 것이며 데이터의 앞뒤에 정보를 패킷 형태로 송수신

7) 람다 네트워크는 특수목적 기능 구현을 위해 별도의 표준을 통해 맞춤형 통신 네트워크를 구현

〈표 4〉 미래인터넷 기술의 연구 및 표준화 수준, 지식경제부/한국인터넷진흥원, 2009

연관기술	표준화 기구/단체		표준화 수준		기술개발 수준	
	국내	국외	국내	국외	국내	국외
미래 인프라 구축기술	TTA <sup>8)</sup> 미래 인터넷 그룹	GENI <sup>9)</sup> /ITU <sup>10)</sup> , ISO <sup>11)</sup> 등	표준 기획	표준 기획/항목선정	기술 기획	기술 모형
미래 인터넷 아키텍처 기술	TTA 미래 인터넷 그룹	IRTF <sup>12)</sup> /ITU-T, ISO 등	표준 기획	표준 기획/항목선정	기술 모형	기술 모형
미래 서비스 및 응용기술	TTA 미래 인터넷 그룹	IEEE <sup>13)</sup> , ITU, ISO 등	표준 기획	표준기획	기술 기획	기술 모형

됐으며 다양한 계층 간 통신기법 연동 연구는 진행되지 않고 있다. 응용기술의 표준화 대상은 동적 광 경로 표준, 하이브리드 미래 스위칭, 광 패킷/서킷 라우팅, 미래 라우팅 표준 등이며 국내의 경우 가상 네트워크 구현의 핵심 요소인 동적 광 경로의 자동설정 표준기술은 현재 연구기획 단계이나, 향후 미래 인터넷 인프라가 본격적으로 구축되는 시점에서 높은 시장 점유 효과가 예상된다. 한편, 네트워크의 계층 간 통신기술 연구에 있어 국내의 경우 통신규약(프로토콜)의 계층 간 직접적 통신기술로 국내 대학들에서 연구가 진행되고 있으며 표준 프레임워크 개발을 통한 통신기법의 개발이 연구되고 있다.

#### 4. 미래인터넷의 연구개발 방향

인터넷 인프라의 산업적 활용과 인터넷 경제의

성장, 글로벌 네트워크의 지속적 확산으로 미래 인터넷과 미래네트워크의 사회·문화적 중요성과 인프라의 공동 역할이 강조되고 있다. 미래인터넷의 연구개발은 미래 네트워크 정책과 함께 연계되어 기술 상용화 및 산업 간 융합 관점에서 더욱 빠르게 추진될 전망이다. 미래 네트워크 연구개발 정책은 기존의 정보통신기술(ICT: Information Communication & Technology) 전략을 기술적 인프라속도의 개념으로 개선하고 발전시키는데 집중하고 있다. 관련 프로그램은 미국의 America Recovery and Re-investment Plan(2009), 일본의 I-Japan 2015 (2009), EU의 Digital Europe Strategy (2009), 영국의 Digital Britain, 프랑스의 France Numerique 2012(2008), 독일의 Broadband Strategy (2009), 우리나라의 미래인터넷 2020(2009) 등이 있으며 미래인터넷 기술에 대한 개별적 연구개발과 함께 기술 상용화, 사회적 인프라 개념을 포괄한 정책 방안 수립의 필요성이 제기<sup>14)</sup>되고 있다.

미래인터넷의 초기 연구개발은 네트워크 속도 및 서비스 혁신을 중심으로 접근하였으나 서비스 요구사항의 증가로 산업 간 융합, 사회 인프라 및 기술 간 연계 등 국가 시스템차원의 접근으로 확대되고 있다. 특히, 과거 인터넷에 비해 고려해야 할 사회·경제·문화·산업적 요소가 대폭 확대됐으며 글로벌한 협력계획의 필요성이 부각되고 있

8) 한국정보통신기술협회(TTA: Telecommunications Technology Association)  
 9) GENI(Global Environment for Networking Innovation)는 미국의 미래인터넷 프로젝트  
 10) 국제전기통신연합(ITU: UN agency for Information and Communications Technologies)  
 11) 국제표준화기구(ISO: International Organization for Standardization)로 기술별 규격화 및 표준화  
 12) IRTF(Internet Research Task Force)은 인터넷 아키텍처 위원회 산하 네트워킹 기술 및 표준화 연구  
 13) IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)는 미국표준협회 산하 미국국가표준개발 기구

14) ‘미래네트워크 2020의 의미와 정책방향’, 정보통신정책연구원 정책보고서, 제22권, 2010.

다. 또한, 보안, 인센티브, 비표준 서비스 및 디바이드(Devide), 국가·지역·장차·시설 간 연계 등의 문제와 함께 글로벌 수준의 단일계획의 필요성이 제기되고 있다. 따라서 미래인터넷에 대한 글로벌 표준화 활동 및 범위를 지속적으로 논의하되 기술 간 협업 및 기계 간 호환 연구를 통해 서비스 자율성을 보장하는 것이 중요하다. 우리나라는 선진국 대비, 연구개발 착수시기는 5년, 표준화-응용연구개발은 1~3년의 격차가 있으며 R&D 투자의 경우 선진국 수준으로 확대되고 있다. 최근, ‘미래를 대비한 인터넷 발전계획(국가정보화전략위원회, 2011.6.)’을 통해 향후 5년간(‘11~’15) 총 5,389억원의 투자계획을 발표했으며 37.6조원의 민간투자를 예상하고 있다.

미래인터넷 관련 연구개발은 가상환경에서의 기술개발과 테스트에 집중하는 한편, 기존의 광

통신망 및 광대역통합망(BcN) 등 기존 인터넷 인프라의 개선 연구개발을 병행하고 있으며 미래인터넷의 주요 기술이 상용화되더라도 기존의 유무선 광대역 접근망의 활용과 기존 서비스의 제공이 필요하다. 또한 점진적 투자확대와 글로벌 표준화 활동, 혁신적 서비스 모델 발굴 및 기술 간 융합, 기업·인력 육성 등 사회경제적 관점에서 포괄적으로 접근하는 것이 유용하다. 미국의 경우, 기존 인터넷 산업의 주도력 유지를 위한 포괄적 연구개발 정책을 추진 중이며 민간 중심의 테스트베드 활용 및 시장 형성에 주력하고 있다. 유럽의 경우, 시장창출 및 경기부양을 위한 적극적인 민관 협동 연구개발을 추진 중이다. 우리나라는 초고속 인프라 고도화와 융복합 서비스 중심의 연구개발 정책을 추진하고 있다.

〈표 5〉 국가별 미래인터넷 연구개발 현황, 미래인터넷포럼, 2010

구분	미국(GENI)	유럽(FIRE)	일본	한국
연구명칭	FIND(Future Internet Design)	Network of the Future	New Generation Network	Future Internet
주관기관	미국과학재단(NSF) 산하 GPO 신설	FP7 산하 FIRE 조직 신설	총무성 산하 NICT 전략 본부 신설	방송통신위원회 산하 국가정보화전략위원회
비전	인터넷 구조 개선으로 미래의 세계 인프라로 확대	미래 인터넷 구현으로 유럽 산업 강화	언제 어디서나 통신, 고속 접속과 유비쿼르티스 서비스	스마트 한국, 미래네트워크 2020 연계
연구주제	미래인터넷 설계 및 테스트 인프라 구축	선도적 테스트 인프라 구축 및 서비스 발굴	미래 유비쿼르티스 통신망 기반 구축	원천기술연구(학계), 플랫폼(ETRI), 표준화(TTA) 기술정책연구(FIF) 등, '11~'15 (국가정보화전략위원회)
기간	2005~2013	2007~2013	2007~2015	2007~2009(서울대), 2009~2013(ETRI), '11~'15 (국가정보화전략위원회)
예산	원천연구: 연간 1,500만불 시험망: 3.6억달러/5년	7.67억 유로/7년	72억엔('08년) 300억엔/5년	12억엔('09, 서울대), 15억엔('09, ETRI), 3.7억엔('09, ETRI) 16억엔('08, 국가수리과학연구소) (50억엔, NIA), 5,389억엔(안) 예정
연구기관	미국대학, 일부기업	산업체, 대학, 연구소	NICT, 동경대 등	서울대, ETRI, FIF, TTA 등
시험망	PlanetLab, GENI	PII, OneLab2	CORE, JGN2Plus	KOREN 향후 고도화
추진체계	Program Director 주관으로 공모/선정	Program Director 주관으로 공모	세계 수준의 연구센터 설립 예정	부처별 연구관리기관(예정)

〈표 6〉 우리나라의 미래인터넷 관련 연구개발사업 추진안, 국가정보화전략위원회, 2011

구분		2011	2012	2013~2015	2016~2020	
네트워크 구축	유선 네트워크 고도화	~1Tbps 전송링크, 1Gbps 가입망	▶	수Tbps/1Gbps	▶ 수십Tbps/10Gbps ▶	
	무선 네트워크 고도화	600Mbps WiFi, 3.9G(100Mbps)	▶	1G Wifi, 4G	▶ 수Gbps, 4G(600Mbps)이상	
	가상화 및 지능화	가상화 연구망/품질보장형SW 구축	▶	가상화/맞춤형NW	▶ 가상화확산, 상황인지 ▶	
	콘텐츠 유통 효율화	오버레이 기반 콘텐츠 NW 구축	▶	스마트 노트 기반 콘텐츠 NW 도입	▶ 스마트 노트 기반 콘텐츠 NW 확산 ▶	
	플랫폼 개방 및 통합	Open API 규격화, 표준플랫폼 마련	▶	Open API/표준플랫폼 시범적용	▶ Open API, 표준플랫폼 확산 ▶	
기술 개발	유무선 네트워크 기술	수십Tbps 패킷광장치, 2.5Gbps, WDM-Pon, 1.5~2Gbps WiFi, B4G	▶	수백Tbs 패킷광장치, 수Gbps WiFi	▶ 수백Tbps 이상 패킷광 장치, 수십Gbps WiFi ▶	
	스마트 노트 기술	스마트 서비스 노트	▶	부분 가상화	▶ 완전 가상화 ▶	
	네트워크구조혁신기술	NDN 구조, DTN 구조 알고리즘 외	▶	DTN프로젝트 외	▶ 가상 클라우드 고도화 ▶	
	응용 기반 기술	맞춤형서비스, 개방형 응용 플랫폼	▶	상황인지서비스외	▶ 지능형/연동형서비스외 ▶	
	표준화	국내외 기술 표준화 및 국제 표준활동 강화 ▶				
서비스 모델 발굴	스마트 네트워크	3W, 콘텐츠유통망 서비스 ▶	지능망 서비스 등 시범사업 발굴 추진		▶	
	클라우드 서비스	클라우드, 스마트 워크 서비스 ▶	스마트 홈 서비스 등 시범사업 발굴 추진		▶	
	사물지능통신	스마트 재해 경보 서비스 ▶	PES-안전서비스·차량 지능화 등 시범사업 발굴 추진		▶	
	미래 융합 서비스	공모 및 시범사업 추진 ▶				
테스트 베드 조성	KOREN	100Gbps, 상용망 개방, TB연동 ▶	IEC 구축 ▶	시설확충(100Gbps~1Tbps) 및 국제공동연구 ▶		
	TEIN	센터 설립 ▶	시설확충(10~100Gbps) 및 국제 공동연구 활성화 ▶			
	클라우드/사물지능통신	구축/운영 ▶	시설 확충 및 활성화 ▶			
산업 기반 및 보안 강화	산업생태계 조성	협회/NW/포럼 ▶	참여기관 확대 및 활성화 ▶			
	글로벌인터넷사업 발굴/지원		FIRC 선정지원, KIF 투자, 지원센터 구축운영 ▶			
	네트워크/서비스/콘텐츠 동반 성장 여건 조성	망중립 정책, 접속/수익배분(안) ▶	제도 시행 및 개선 ▶			
	법/제도 정비	법/제도, 전파 사용료(안) ▶	제도 시행 및 개선 ▶			
	보안성이 강화된 안전한 인터넷 구축	DDOS 대응기술보장		▶	NDN보안알고리즘 ▶	NDN보안프로토타입 ▶
		공격자 역추적 시스템 구축				▶ 역추적 정밀화 ▶
		NW 보안기능 내제 체제 구축 ▶			▶ 통합인증, 표준규격 ▶	
스마트 콘텐츠 보호 및 이동성 보장, 사물지능 통신 및 클라우드 보안 서비스 ▶					▶ 시험검증 및 상용화 ▶	
개인정보, 프라이버시 등 자기 통제형 서비스 ▶				▶ 시험 검증 및 상용화 ▶		

### 5. 결론

2005년 이후 미래인터넷과 관련한 선진국의

대규모 기술투자가 진행되었으나 우리나라의 경우 연구개발 투자가 늦어져 인프라 설계 및 네트워크 부문의 기술격차가 일부 발생했다. 2010년

이전까지 미래인터넷 관련 우리나라의 연구개발 착수시점은 선진국 대비 5년, 기술수준은 1~3년 정도의 격차가 있는 것으로 파악되고 있다. 또한 2015년을 기점으로 미래인터넷기술의 상용화 및 선진국 간의 본격적인 표준화 경쟁이 진행될 전망이다. 우리나라의 인터넷기술 수준은 미국 대비 67%~68.6% 수준(네트워크 부문의 경우 2.9년의 기술격차)이며 원천기술의 경우 선진국의 표준화 기술을 활용하고 있다. 특히 인터넷기술은 정보통신산업비중 및 산업기술 간 융합 기여도가 높고 IT 분야에 막대한 영향을 미치기 때문에 표준화 및 원천기술 확보가 우선되어야 한다. 최근, 미국과 추진 중인 미래인터넷 관련 테스트베드 구축·운영 프로젝트와 기술 표준화 연대 활동을 강화하는 한편, 북미(IEEE/ITU-T)·유럽(ISO) 등의 기술 표준화기구 및 연구그룹과 같은 아시아 미래인터넷 기술그룹을 형성하여 표준화 경쟁력을 확대하는 것이 유용하다.

특히, 국가안보 및 신뢰적 사회 구현을 위해 인터넷 해킹과 같은 악성 공격을 차단·추적·방어할 수 있도록 정보 위변조 방지, 자원 사용 인증 등 신뢰 기반의 향상된 독자적 보안 네트워크기술의 확보가 중요하다. 최근, 선진국의 미래인터넷 연구개발은 네트워크 인프라 및 아키텍처 구조화와 서비스응용에 대한 포괄적 원천기술 확보(미국), 독립적 표준화 추진(유럽연합), 독창적 서비스모델 확보(일본) 전략으로 차별화되고 있다. 따라서 우리나라의 경우 미래인터넷 인프라의 효과적 구축과 서비스기술의 발굴을 위해 테스트베드의 조기 구축과 산학연 협력 프로그램이 시급하다. 또한 미래인터넷기술의 상용화 및 표준화는 순수한 기술적 우월성뿐만 아니라 다양한 사회·경제·문화적 발전정책과 국제적 합의에 의해 결정됨으로 장기적 관점의 국제적 연구개발 교류와 민관연의 기술협력 등을 고려해 보아야 한다.

### 참 고 문 헌

- [1] 국가정보화전략위원회, “미래를 대비한 인터넷 발전계획”, 2011.
- [2] 방송통신위원회, “미래인터넷 추진전략(안)”, 2010.
- [3] 미래인터넷포럼, “미래인터넷 국가별 추진동향 분석 및 연구”, 2010.
- [4] GENI Project Office, “GENI Exploring Networks of the Future”, 2010.
- [5] European Commission, “ICT, Information and Communications Technologies”, 2011.
- [6] NICT, “New Generation Network Architecture AKARI Conceptual Design”, 2010.
- [7] Gartner Symposium, “E-Commerce in a Socially Mobile World”, ITxpo, 2010.
- [8] 정보통신정책연구원, “미래네트워크(Future Network) 2020의 의미와 정책방향”, 제22권, 2010.
- [9] 전승수, “미래인터넷 기술과 R&D 동향”, KISTEP 동향브리프, 2011.

### 저 자 약 력

#### 전 승 수

이메일 : dabins@kistep.re.kr

- 2001년 경기대학교 전자계산학과(학사)
- 2003년 경기대학교 전자계산학과(석사)
- 2011년 인천대학교 컴퓨터공학과(박사)
- 2007년~2008년 한림대학교 컴퓨터공학과 겸임교수
- 2008년~현재 한국과학기술기획평가원 지식정보실 부 연구위원
- 관심분야: 소프트웨어공학, 미래인터넷, 지식관리시스템, 모형검증 등