

# 미래인터넷 연구동향 및 추진 전략

Future Internet Researches and Strategy

정희영 (H.Y. Jung) 미래인터넷구조연구팀 팀장  
양선희 (S.H. Yang) 미래인터넷플랫폼연구팀 팀장  
김도영 (D.Y. Kim) 스마트워크연구팀 팀장  
전우직 (W.G. Chun) 미래인터넷연구단 단장  
김순철 (S.C. Kim) 방송통신위원회 지능통신망팀 사무관

- I. 서론
- II. 국가 인터넷 추진 전략
- III. 주요 미래인터넷 연구동향
- IV. 미래인터넷 추진 전략
- V. 결론

다양한 서비스의 등장과 이에 따른 사용자의 폭발적인 증가에 따라 인터넷은 이미 단순한 정보통신 기술수준을 넘어서 사회 인프라의 하나로 자리잡고 있다. 그러나 인터넷은 초기 설계 시 이러한 다양한 형태의 사용을 고려하지 못하고 설계되어 여러 가지 문제점을 유발하고 있다. 따라서 현 인터넷이 가지고 있는 한계를 극복하고 미래 정보사회의 인프라로서 역할을 수행할 수 있는 새로운 네트워크 기술에 대한 연구가 미래인터넷이라는 이름으로 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다. 본고에서는 방송통신위원회에서 수립한 “미래를 대비한 인터넷 발전계획”(2011. 6.)의 주요 내용을 간단히 소개하고 이 계획에 기반하여 현재 진행되고 있는 국내의 주요 미래인터넷 관련 연구 동향을 살펴본다. 또한 현 인터넷에서의 한국의 한계를 극복하고 미래인터넷 기반 사회를 한국이 주도하기 위한 추진 전략을 제시한다.

## I. 서론

다양한 서비스의 등장과 이에 따른 사용자의 폭발적인 증가에 따라 인터넷은 이미 단순한 정보통신 기술을 넘어서 전기, 수도와 같은 사회 인프라로 자리잡고 있다. 이메일, 소셜 네트워크, 인터넷 뱅킹, 인터넷 정부, 인터넷 미디어, 인터넷 교육 등과 같은 인터넷에 기반한 서비스들은 우리의 일상 생활의 일부로 이미 자리잡았다. 현재 우리의 일상 생활에서 인터넷이 없는 생활을 가정하기도 어려운 지경까지 발전하였다.

그러나 인터넷은 초기 설계 시 이러한 다양한 형태의 사용을 전혀 고려하지 못하고 단순한 목적으로 설계되었다는 데 그 한계성을 가진다. 이로 인하여 인터넷이 사회 인프라의 하나로까지 발전한 지금 여러 가지 심각한 문제에 직면하고 있다. 스팸 메일, DDoS(Distributed Denial of Service) 공격, 신뢰할 수 없는 정보의 유통, 프라이버시와 같은 일반적인 문제뿐만 아니라, 기술적으로도 인터넷 주소의 고갈, 라우팅 테이블의 폭증, 비즈니스 모델의 부재와 같은 다양한 문제들이 끊임없이 발생하고 있다.

이러한 문제는 인터넷 사용이 활성화될수록, 우리 사회가 인터넷 기반의 미래 정보사회로 발전해 갈수록 더욱 심각하게 나타날 것으로 전망되며, 이에 따라 현 인터넷이 과연 미래의 정보 기반 사회의 안정된 기반 인프라 기술로 사용될 수 있을 것인가에 대한 의문이 지속적으로 제기되고 있다. 이에 따라 2000년 초부터 인터넷 기술을 선도하는 전문가들을 중심으로 현 인터넷이 가지고 있는 한계를 극복하고 미래 정보 사회의 인프라로서 역할을 수행할 수 있는 새로운 네트워크 기술에 대한 연구가 미래인터넷(Future Internet)이라는 이름으로 전 세계적으로 활발히 진행되고 있다.

이러한 세계적 추세에 대응하기 위해 국내에서도 방송통신위원회를 중심으로 인터넷 중장기 발전 전략을 수립하고 이에 기반하여 미래인터넷 핵심 기술 확보를 위한 연구개발 지원에 노력하고 있다. 본고에서는 방송통신위원회에서 발표한 미래사회를 위한 인터넷 발전 전략의 주요 내용을 살펴보고, 이 계획에 기반하여 진행되고 있는 국내 주요한 미래인터넷 관련 연구를 소개하고자 한다.

본고의 구성은 다음과 같다. 먼저 II장에서는 방송통신위원회에서 발표한 미래를 대비한 인터넷 발전 전략의 주요 내용을 간단히 소개한다. III장에서는 이 계획에 기반하여 현재 진행되고 있는 미래인터넷 관련한 주요 연구 내용 및 현황을 살펴본다. IV장에서는 현 인터넷에서의 한국의 한계를 극복하고 미래인터넷 기반 사회를 한국이 주도하기 위한 추진 전략을 제시하고 마지막으로 V장에서 결론을 논한다.

## II. 국가 인터넷 추진 전략

방송통신위원회는 “미래 인터넷 발전”을 국가 아젠다로 설정하고 우리나라를 “네트워크 강국”에서 “인터넷 강국”으로 도약시키기 위해 2010년 6월부터 2011년 6월까지 1년간의 산·학·연 논의를 통해 “미래를 대비한 인터넷 발전계획”을 수립하였다[1].

이 계획서는 “새로운 10년, 인터넷 글로벌 리더로의 도약”을 비전으로 제시하고 이를 위해 이용자, 기업, 국가의 측면에서 각각 다음과 같은 3가지 목표를 설정하였다.

- (1) 이용자: 현재의 100배가 넘는 세계 최고속의 안전한 서비스 제공
- (2) 기업: 인터넷 시장에서 글로벌 경쟁력 강화
- (3) 국가: 생산 및 고용 창출을 통해 국가 경제에 기여

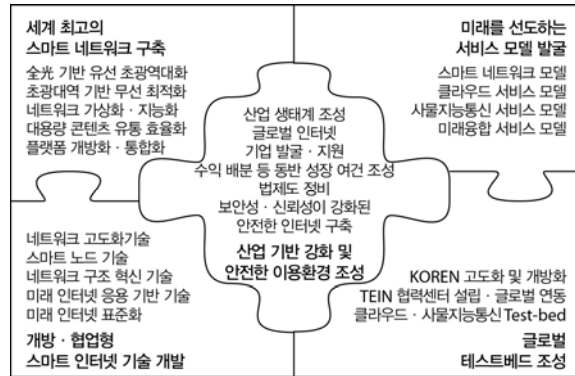
아울러 상기 목표를 달성하기 위한 5대 추진 전략을 다음과 같이 제시하고 있다.

- (1) ICT value chain 통합 및 연계형 전략: 정보통신 산업 내에서 업종 및 부문별 구분이 해체되고 융합되는 추세에 대응하기 위해 네트워크, 하드웨어, 서비스, 소프트웨어, 콘텐츠 등 전체 정보통신 가치 사슬의 틀 안에서 통합적 전략을 모색한다.
- (2) 민·관 협력: EU의 PPP(Public-Private Partnership)와 같은 민·관 협력 프로그램을 통해, 시장 수요와 연계된 기술 개발 및 네트워크 투자를 추진한다.
- (3) 한국의 강점을 적극적으로 활용: 세계 최고 수준의 정보통신 인프라를 토대로 한국을 “글로벌 인터넷 시험장”으로 만들고, 풍부하고 까다로운 early-adopter를 새로운 인터넷 서비스 개발의 자산으로 활용한다.
- (4) 전략적 네트워크 투자 유도: 새롭고 다양한 인터넷 서비스의 등장에 따른 트래픽 폭증에 대응하기 위해, 네트워크를 지속적으로 확충하는 한편, 가상화 등 기존 인프라를 효율적으로 활용하기 위한 노력을 병행한다.
- (5) 개방형 생태계 기반 조성: 직접적 지원보다는 글로벌 경쟁력을 갖춘 아이디어가 꽃피우고 교환되며, 상호 협력할 수 있는 기반 조성에 초점을 맞춘다.

상기와 같은 추진 전략 하에 미래인터넷으로의 패러다임 변화를 계기로, “새로운 10년, 인터넷 글로벌 리더로의 도약”을 실현하기 위해 선정된 선순환적 정책 추진 과제는 (그림 1)과 같다.

각 정책과제의 내용을 간단히 설명하면 다음과 같다.

- (1) 세계 최고의 스마트 네트워크 구축: 무선 인터



(그림 1) 인터넷 발전을 위한 5대 정책과제

- 넷, 비디오 데이터 등에 의한 트래픽 폭증과 다양한 융복합 서비스의 등장에 대응하기 위해 네트워크를 양적, 질적으로 고도화
- (2) 개방 및 협업형 스마트 인터넷 기술 개발: 스마트 네트워크를 뒷받침하기 위한 점진적 접근(현 인터넷의 속도 향상) 및 혁신적 접근(패러다임 전환)을 병행하여 미래인터넷 기술 개발을 추진
- (3) 미래를 선도하는 서비스 모델 발굴: 클라우드 서비스, 사물지능통신, 스마트워크 등 미래인터넷 유망 서비스 모델 발굴을 통해서, 스마트 네트워크에 대한 투자 유인 제고
- (4) 글로벌 테스트베드 조성: 세계 최고의 네트워크를 적극 활용하여 글로벌 테스트베드를 조성하고 이를 기반으로 개발된 기술 및 시범 서비스 결과를 실증함으로써 상용화 촉진
- (5) 산업 기반 강화 및 안전한 이용환경 조성: 글로벌 경쟁력을 갖춘 기업이 배출되도록 개방, 융합형 생태계에 적합한 산업 기반을 강화하고 사이버 공격에 안전한 인터넷 구축

### III. 주요 미래인터넷 연구동향

방송통신위원회에서 수립된 인터넷 발전계획에 기

반하여 다양한 미래인터넷 연구들이 수행되고 있다. 이 장에서는 국가의 인터넷 정책과 관련하여 수행되고 있는 국내의 주요 미래인터넷 연구들의 내용을 소개한다.

## 1. MOFI

MOFI(Mobile Oriented Future Internet)는 정부의 5대 정책과제 중 “개방/협업형 스마트 인터넷 기술 개발”의 주요 내용 중의 하나인 “네트워크 구조 혁신 기술” 개발의 일환으로 수행되고 있는 연구이다. 이 연구는 방송통신위원회 지원으로 2010년부터 “미래인터넷에서 이동환경 및 네트워크 다양성 지원 구조” 연구의 일환으로 시작되었으며 이동 환경 및 다양한 네트워크 환경에 최적화된 미래인터넷 구조의 개발을 주요 목표로 하고 있다.

MOFI에서 중점을 두고 해결하고자 하는 현 인터넷의 주요 문제는 이동 환경과 네트워크 다양성이다. 즉 현 인터넷은 기본적으로 고정 호스트를 가정하고 있으며 다양한 네트워크의 특성을 고려하지 않고 설계되었기 때문에 미래의 대표적인 네트워크 환경으로 예상되고 있는 이동 및 네트워크 다양성 환경의 지원에 구조적인 한계를 지닌다는 문제점에 초점을 맞추고 있다.

먼저 인터넷 호스트는 스마트폰이나 노트북의 활성화로 빠른 속도로 고정 호스트에서 이동 호스트 중심으로 바뀌어 가고 있다. 보고서에 따르면 이동 인터넷 사용자의 수는 2014년경 16억 명에 이르러 데스크톱에 기반한 인터넷 사용자의 수를 추월할 것으로 예상되며[2] 그 격차는 지속적으로 확대되어 미래인터넷이 도래하는 시기에는 이동 호스트를 이용한 인터넷 접속이 주를 이룰 것으로 전망되고 있다. 따라서 고정 환경을 기반으로 설계된 현 인터넷은 이러한 이동 환경을 지원하는데 상당한 비효율성을 유발할 것

으로 예상되고 있다.

또한 현재의 네트워크 환경은 다양한 특성을 가지는 네트워크들로 구성되고 있으며 점차 그 다양성은 커질 것으로 전망되고 있다. 예를 들면 네트워크 사업자의 코어 네트워크는 높은 대역폭과 신뢰성을 가지는 광 네트워크로, 액세스 네트워크는 유무선을 포함한 다양한 네트워크로 구성되어 서로 다른 특성을 가질 것으로 전망된다. 또한 액세스 네트워크도 이동통신 네트워크와 같은 고신뢰 네트워크에서 센서 네트워크와 같은 가벼운 네트워크까지 다양한 네트워크가 존재할 것으로 전망된다. 현 인터넷은 이러한 네트워크 다양성을 반영하지 못하는 종단간 통신으로 네트워크 다양성 환경에서 많은 비효율성을 유발할 뿐만 아니라 다양한 네트워크의 출현을 제한하는 부정적인 효과도 가져올 것으로 예상된다.

따라서 미래인터넷은 이러한 이동 환경과 네트워크 다양성 환경을 효율적으로 지원하기 위한 형태로 재설계될 필요가 있으며 MOFI는 이러한 목적을 위한 구조를 제안한다. <표 1>은 MOFI에서 주목하고 있는

**<표 1> 이동환경 및 네트워크 다양성에서 인터넷의 문제점과 이에 대한 MOFI 설계 원칙 및 기능 블록**

현 인터넷의 문제점	MOFI	
	설계 원칙	내용 기능 블록
IP address as both ID and LOC	Separation of Host ID and LOC (IP address)	Host ID and Local LOC(HILL)
Address-based communication and global routing	HID-based communication and LOC-based local routing	Query-First Data Delivery (QFDD)
Data-driven packet delivery with non-optimal routes	LOC query before data delivery for optimal routes	Dynamic and Distributed Mapping System(DDMS)
Static and centralized ID-LOC mapping system	Dynamic and distributed HID-LOC mapping management	

인터넷의 한계성과 이를 극복하기 위한 설계 원칙 및 설계된 대응 기능 블록을 보여준다.

〈표 1〉과 같은 설계 원칙과 기능 블록으로 개발된 MOFI는 다음과 같은 특성을 가진다.

- (1) 고정 호스트 중심에서 이동 호스트 중심으로 패러다임 변화: 기존의 인터넷이 고정 호스트를 기본으로 하며 이동 호스트를 특별한 경우로 처리하는 것과는 반대로 MOFI에서는 이동 호스트를 기본 호스트로 가정하며 고정 호스트를 특별한 경우로 처리한다.
- (2) 글로벌 호스트 식별자 기반으로 통신하며 지역적 위치자를 허용하는 식별자/위치자 분리 구조: 식별자/위치자 분리를 가정한 식별자 기반의 통신은 미래인터넷을 위한 기본 구조로 전 세계적으로 인정받고 있다. MOFI는 글로벌 호스트 식별자와 지역적 위치자 형태의 위치자/식별자 분리 구조를 가진다.
- (3) 동적 및 분산형 매핑 시스템: 식별자/위치자 분리 구조는 필수적으로 식별자와 위치자 간의 매핑 시스템을 필요로 한다. MOFI에서는 규모성과 이동 환경을 효율적으로 지원하기 위하여 DHT(Distributed Hash Table)를 기반으로 하는 동적이고 분산적인 매핑 시스템을 가진다.
- (4) 질의 우선 패킷 전달: 현 인터넷은 이동 호스트에 대해 위치 질의 없이 패킷을 보내는 구조를 가지며 이는 이동 환경에서 비효율성을 유발한다. MOFI는 위치 질의를 우선하는 패킷 전달 구조를 가지며 이를 통해 최적화된 패킷 전달 경로를 만들 수 있다.
- (5) 배치의 용이성: MOFI는 혁신적인 개념의 미래 인터넷 구조를 제안하나 그 구현은 진화적으로 가능하다. 즉, 전체 네트워크의 변경 없이 호스트와 각 네트워크의 종단 라우터만의 갱신만으로

MOFI의 구현이 가능하기 때문에 도입을 용이하게 할 수 있다.

MOFI는 총 3년의 연구 기간 중 현재 3차년도 연구 내용을 수행하고 있다. 1차년도 수행을 통해 전반적인 구조 및 절차를 개발하였으며, 2차년도 연구 수행을 통해서는 설계된 3가지 기능블록을 실제 구현하여 기능 검증 작업을 수행하였다. 구현 결과는 2011년 12월에 서울에서 개최된 Global Future Internet Week 2011을 통해서 전시되어 전 세계 많은 미래인터넷 전문가들의 관심을 받았다. 또한 관련 연구에 우수성을 인정받아 유럽, 미국, 일본의 우수 연구기관들과 함께 유럽 FP7 Call 8 제안에 공동으로 참여하였다. 최종 연도인 3차년도에서는 국내 미래인터넷 테스트베드인 FiRST(Future Internet Research for Sustainable Testbed) 상에 MOFI를 구현할 예정이며, 구현이 완료되면 구조 연구가 테스트베드 상에 실제 구현되는 국내 최초의 성과를 거둘 것으로 예상된다. MOFI는 자체 홈페이지를 구축하여 연구 결과물을 공개하고 있으며 연구를 통해 개발된 논문, 표준, 구현은 모두 참고문헌 [3]의 홈페이지를 통해 얻을 수 있다.

## 2. FIRST

혁신적 미래인터넷 연구가 활성화되기 위해서는 대규모 시험 인프라를 이용한 실제적이고 글로벌한 환경에서의 아이디어 검증 및 산업화 연계가 매우 중요하다. 이러한 선순환적인 미래인터넷 R&D 생태계 조성을 위해 5대 정책과제의 하나로 “글로벌 테스트베드 조성”이 추진 중이며, 이를 위해 가상화 테스트베드 구축 기반 기술에 대한 연구개발이 진행되고 있다 [4].

미래인터넷 테스트베드는 여러 연구자들이 인프라 구조와 서비스 등에 대한 혁신적이고 다양한 실험을

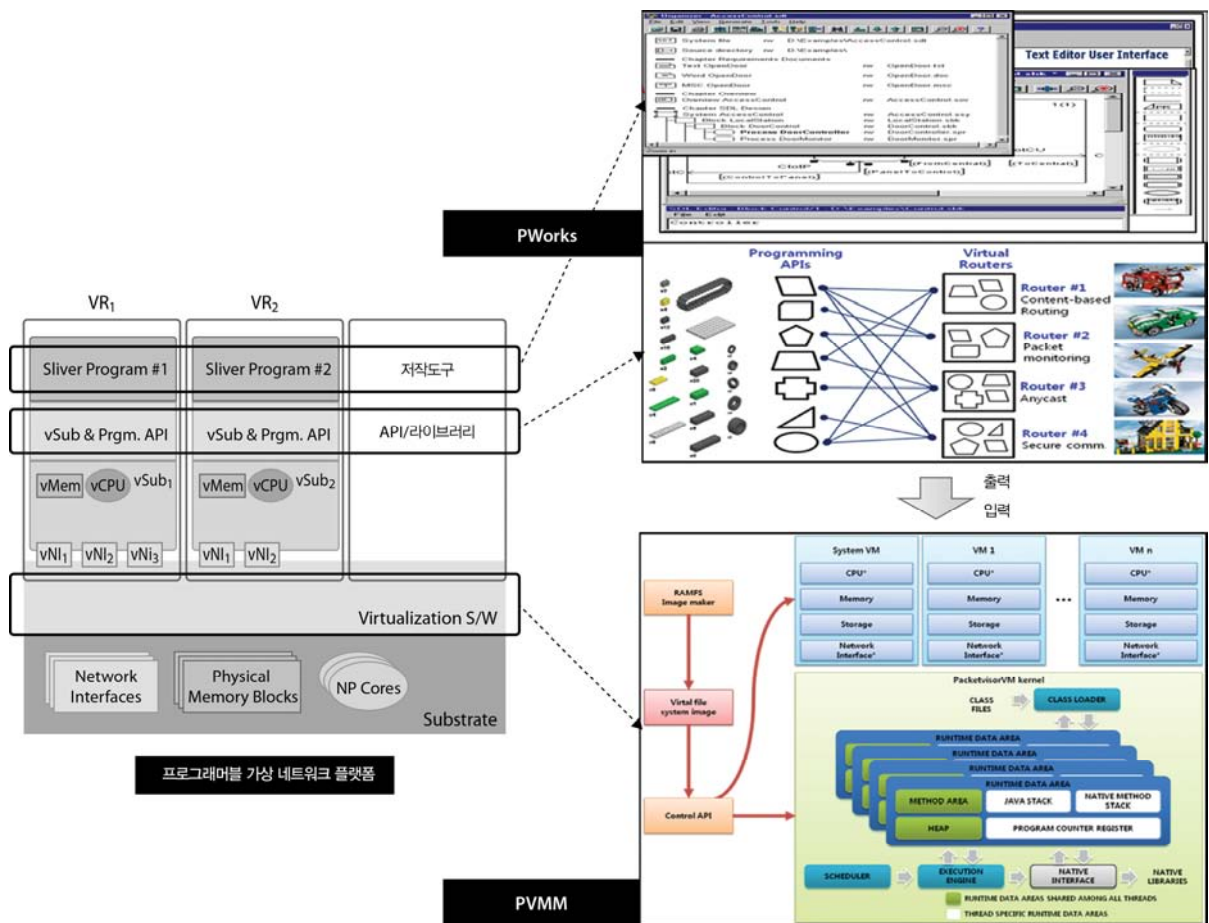
동시에 독립적이며 글로벌한 규모로 수행할 수 있도록 지원해야 한다. 이를 위해 미래인터넷 테스트베드는 가상화와 프로그래머빌리티 및 국내외 테스트베드와의 페더레이션을 지원할 수 있는 개방형 네트워크를 지향해야 한다. 이러한 개방형 가상화 테스트베드 구축 기반 기술을 확보하기 위해, FiRST 과제에서는 가상화와 프로그래머빌리티를 지원하는 미래인터넷 공통 플랫폼 기술과 이를 기반으로 개방형 가상화 네트워크의 제어 및 이중망 간의 자원 페더레이션 기술의 연구개발을 진행 중이다.

### 가. FiRST 플랫폼 개발

FiRST 플랫폼은 고속의 패킷 처리 장비에서 통신

자원의 격리를 통해 사용자가 원하는 가상노드를 신속하고 독립적으로 생성 활용할 수 있도록 네트워크 자원 가상화와 프로그래머빌리티를 지원하는 공통 플랫폼이다. 하드웨어에 대한 독립성과 새로운 구조 및 응용의 신속하고 용이한 프로토타이핑이 가능하도록 표준 ATCA 시스템을 기반으로 하되, 옥테온 NP 기반의 포워딩 모듈 및 Java 기반 응용 프로그래밍 환경을 지원한다.

FiRST 플랫폼의 핵심은 (그림 2)에서 보듯이 데이터평면에서의 네트워크 가상화와 프로그래머빌리티를 지원하는 패킷바이저 기술이다. 패킷바이저는 일종의 하이퍼바이저에 해당하는 PVMM과 네트워크 프로그래머빌리티를 지원하는 PWorks로 구성된다.



(그림 2) FiRST 플랫폼의 패킷바이저

사용자는 PVMM 상에 CPU, 메모리, 대역폭 등을 원하는 만큼 할당 받아 가상머신(슬리버)을 만들고, PWorks에서 지원하는 비주얼 프로그래밍 환경과 패킷 포워딩에 대한 공통 API를 활용하여 자신이 원하는 가상 포워딩 엔진을 신속하게 개발할 수 있다.

#### 나. 개방형 가상화 네트워크 제어 기술 개발

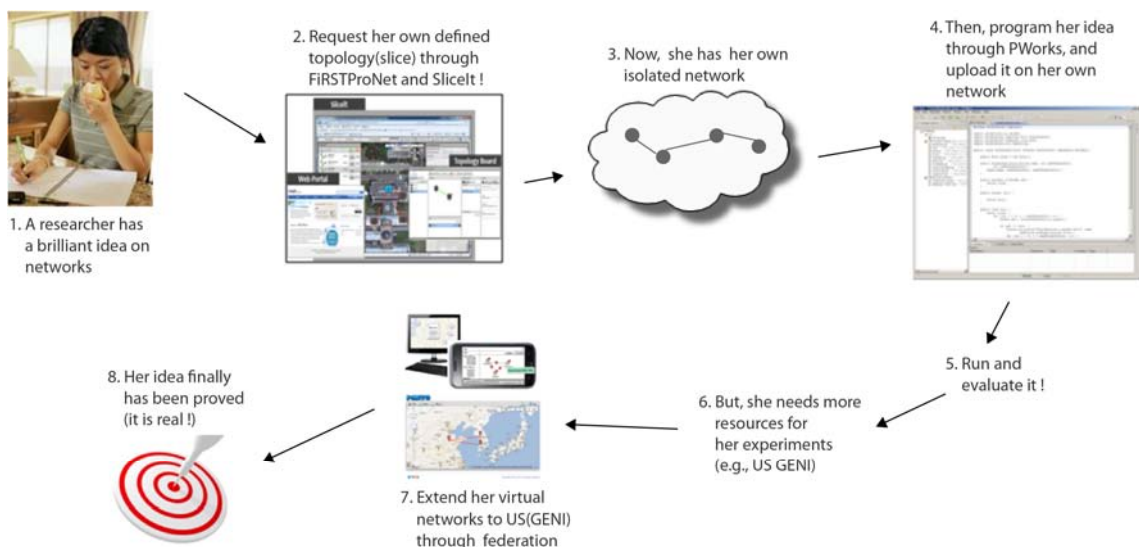
개방형 제어 프레임워크 기술은 많은 사용자들이 미래인터넷 테스트베드를 동시에 안전하게 공유할 수 있도록 제어 관리하는 체계를 제공한다. 이를 위해 물리디바이스들을 공유 가능한 자원으로 모델링하여 (RSpec) 가상화 대상 자원들에 대한 뷰를 사용자에게 제공하고, 사용자들의 자원 접속 및 활용 권한을 통합적으로 관리한다. 사용자들은 개방형 제어 프레임워크를 통해 가상화 대상 자원들에 안전하게 접근하여 컴퓨팅 및 네트워킹 자원들을 할당받아 가상노드(슬리버)를 동적으로 구성하며, 가상노드들 간의 상호 관계를 정의해 줌으로써 가상망을 구성할 수 있다.

ETRI에서는 개방형 가상화 테스트베드 제어프레임워크로서 FiRSTProNET을 개발 중이다. FiRSTPro-

NET은 클리어링 하우스, 애그리게이트 매니저, 컴포넌트 매니저 및 가상노드의 동적 생성을 지원하는 SliceIt 등의 툴로서 구성된다. FiRST-ProNET은 테스트베드 ICT 자원을 통합 제어할 수 있는 국내 독자적 모델로서 ATCA, PC 등 다양한 디바이스에 대한 정밀하고 안전한 제어 및 확장성과 개방성을 지원할 수 있는 장점을 갖고 있다. 한편 이종망 간의 자원의 공유를 위해 페더레이션 기술에 대한 연구도 진행 중인데, 페더레이션 기술은 이질적인 다양한 네트워크상의 자원(라인카드, CPU, 저장장치, 네트워크 링크 등)들을 여러 사용자 간에 공유하고, 통합하여 대규모 가상 네트워크로 확장하는 기술이다. 아울러 옥테온 NP 기반의 OpenFlow 1.0 규격을 지원하는 소프트웨어 스위칭 모듈인 SmartFlow 기술을 개발하였다.

#### 다. 연구 결과물의 적용 및 활용

FiRST 과제는 그 동안 GENI 엔지니어링 컨퍼런스, Open Networking Summit 등 미래인터넷 분야를 선도하는 국제행사에서의 시연과 GENI 등과의 국제협력을 위한 기반과제로서 구심점 역할을 수행해



(그림 3) 가상화 테스트베드 기반의 실험 과정[5]

오고 있다. 또한 본 기술 개발을 통해 확보된 FiRST 플랫폼, FiRSTProNET, SmartFlow 등의 연구시제품은 2011년부터 국내 연구망(KOREN 및 KREONET)에 적용되었으며, 올해부터는 MOFI 등 미래인터넷 R&D 과제의 시험 환경으로 활용될 수 있을 것이다. (그림 3)은 FiRST 플랫폼 및 FiRSTProNET 등을 이용하여 연구자가 네트워킹 연구를 수행하는 과정을 보여준다[5]. 기술적으로 FiRST 과제를 통해 확보된 개방형 테스트베드 기반 기술은 앞으로 산업화를 목적으로 하는 Software Defined Networking 기술개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 3. 스마트워크

스마트워크(smartwork)는 일하는 방식의 변화뿐만 아니라 미래 정보화 사회에서 사람들의 일과 삶의 균형을 회복하고 노동생산성을 극대화할 수 있는 인프라의 개념으로 정의한다. 스마트워크 기술은 “개방/협업형 스마트 인터넷 기술 개발”의 핵심 내용 중의 하나로 2011년부터 방송통신위원회의 지원으로 “다자간 협업을 위한 몰입형 스마트워크 핵심기술” 연구를 시작하였으며, 기업 중심의 폐쇄형 스마트워크 서비스를 안전하고 편리한 사용자 중심의 보편적 서비스로 확산 및 제공 가능한 핵심 기술 개발을 주요 목표로 하고 있다.

스마트워크는 시간과 장소에 얽매이지 않고 언제 어디서나 편리하고 똑똑하게 근무할 수 있는 기술 환경과 사회적 환경을 제공함으로써 업무 효율성과 삶의 질을 향상시키는 동시에 기후변화에도 가장 효과적으로 대응할 수 있는 미래인터넷에 의한 대표적인 정보통신 기술을 이용한 녹색 핵심 응용 기술이다.

방송통신위원회에서는 2015년까지 근로자의 30%가 스마트워크를 통해 다양한 환경에서 업무를 처리할 수 있도록 스마트워크 확산정책을 추진 중이며, 본

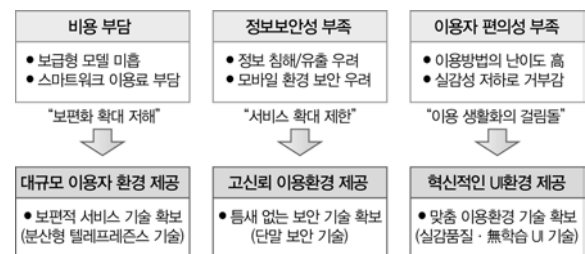
연구를 통해 보편적 서비스로 확산 가능한 보급형 모델과 대규모 이용자 수준으로 확산 가능한 생활밀착형 모델 기술, 단말 보안기술, 고령자 및 장애우를 위한 맞춤형 사용자 인터페이스 기술의 확보를 진행하고 있다.



(그림 4) 스마트워크를 위한 업무 환경

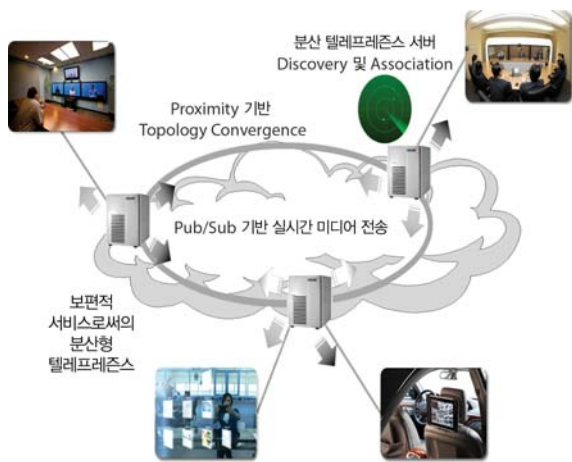
(그림 4)와 같이 스마트워크의 확산을 위한 업무환경은 주택(홈 오피스), 이동 현장(모바일 오피스), 스마트워크센터, 직장 내의 스마트 오피스를 제공하며 본 연구에서는 기술적으로는 선행연구와 차별화하여 보안성이 강화된 안전하고 저렴한 스마트워크, 세계 최고 수준의 광대역 인프라를 활용한 몰입형 텔레프레즌스, 노약자 등 근로취약 계층의 향상된 사용성을 지원하는 맞춤형 사용자 인터페이스 기술 확보를 추진하고 있다.

(그림 5)에 현재의 스마트워크의 한계성과 이를 극복하기 위해 설계된 대응 기술 분야를 나타내었으며



(그림 5) 스마트워크 확산의 저해요인과 이를 해소하기 위한 대응 기술 분야의 도출



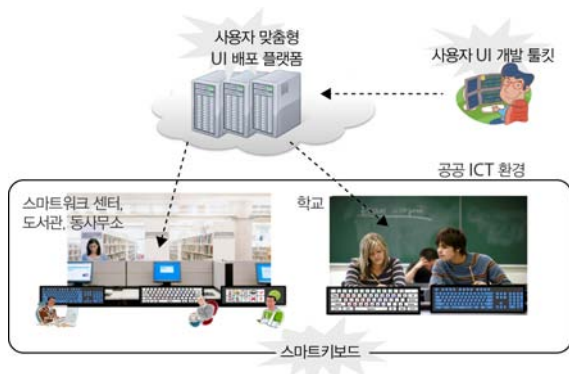


(그림 6) 분산형 텔레프레즌스 개념도

각 기술의 특징은 다음과 같다.

보편적 서비스로서 스마트워크를 이용할 수 있는 분산형 텔레프레즌스 기술은 (그림 6)에서 그 개념을 도시한 것처럼 이용자 제한을 최소화할 수 있는 분산형 텔레프레즌스 프로토콜과 적응적으로 부하를 분산 제어할 수 있으며 집중형 장치를 이용한 시스템에 비해 서비스 지연을 최소화할 수 있는 동시에 구조적으로 저가의 보급형 구성이 가능한 것이 특징이다.

사용자 맞춤형 동적 인터페이스 기술은 (그림 7)과 같이 고령자, 장애인 및 인터넷 정보능력 취약자도 보다 쉽게 활용 가능한 사용자 맞춤형 스마트 키보드 및 이를 구성할 수 있는 생성수단과 배포방법을 제공한다.



(그림 7) 사용자 맞춤형 동적 인터페이스 개념도

고신뢰성의 스마트워크 환경을 제공할 수 있는 단말보안 기술은 (그림 8)에서와 같이 도메인분리 기법과 클라우드 기반에서 단계별로 안전한 작업을 제공하여 단말장치의 스마트워크 실행 환경에의 불법 접근을 근원적으로 차단하여 개인의 인증서 및 주요 정보의 유출을 방지할 수 있다.

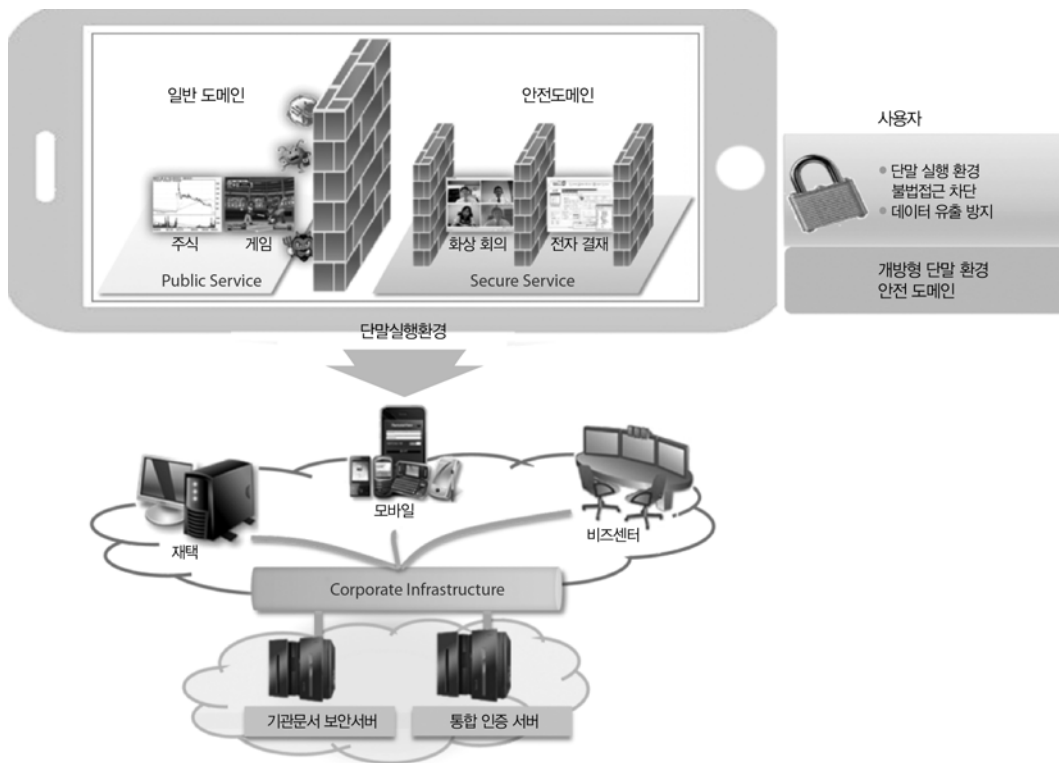
스마트워크의 성공적인 보급과 확산은 회사와 개인의 업무 생산성과 효율성을 증대시키는 동시에 미래 비즈니스와 일과 삶의 패러다임을 전환시킬 수 있을 뿐 아니라 미래인터넷이 세계적인 기후변화에 대응할 수 있는 가장 효과적인 수단을 제공할 수 있다. 즉 우리나라 전체 사무직 취업자(약 860만 명)가 주 1회 스마트워크를 이용하여 일하는 경우, 약 4억 그루의 소나무를 심는 효과가 있으며 이는 휘발유 5억 5천만 리터를 절약하는 수단으로 평가되고 있기 때문이다 [6].

#### IV. 미래인터넷 추진 전략

본 장에서는 방송통신위원회가 제시하고 있는 미래인터넷의 기술 연구개발을 위해 요구되는 추진 전략에 대하여 논한다.

##### 1. 미래인터넷 핵심 기술 확보

미래인터넷 연구의 핵심은 현재 인터넷의 구조적 한계를 극복하고 다양한 이용자 요구를 수용하는 혁신적 개념의 인터넷을 구축하는 데 있다. 따라서 미래인터넷의 핵심 기술 확보는 우선 미래의 네트워크 서비스의 요구사항을 분석하고 이들 요구사항을 수용하는 혁신적 구조를 제안하고 이 구조를 실현하기 위한 요소 기술과 통합 방안을 제시하는 단계로 진행되어야 한다.



(그림 8) 고신뢰성의 스마트워크 환경을 제공할 수 있는 단말보안 기술 개념도

### 가. 미래인터넷의 6-S 요구사항

미래인터넷에 대한 다양한 사용자 요구사항은 (1) Scalable: 어떤 규모의 네트워크에도 적용 가능한 확장성 있는 인프라, (2) Seamless: 다양한 통신망을 경유하는 끊김없는 인프라, (3) Safe: 보안 강화보다는 신뢰를 기반으로 하는 안전한 인프라, (4) Stylish: 상황과 선호에 따라 차별화된 서비스를 제공하는 감성적 인프라, (5) Smart: 상황 변화에 자율적으로 대처하는 똑똑한 인프라, (6) Sustainable: 점진적 변화를 수용하는 지속 가능한 인프라와 같이 6가지로 분류해 볼 수 있다.

### 나. 미래인터넷 구조 연구

미래인터넷 연구의 핵심은 현재 인터넷의 구조적 한계를 극복하는 데 있다 따라서 미래인터넷은 앞 절

의 6-S 요구사항을 모두 만족하는 혁신적 구조에 대한 연구가 선행되어야 한다. 미래인터넷의 구조 연구는 특정한 문제에 대한 해결책을 연구하는 핵심 기술 연구와 개별적 핵심 기술을 하나의 프레임으로 통합하는 통합 구조 연구로 나누어 진행할 수 있다. 핵심 기술 연구의 사례로는 미국의 NSF에서 추진하고 있는 4대 구조 연구를 들 수 있다.

개별적인 핵심 기술 연구는 최종적으로 하나의 통합된 프레임에 수용되어야 한다. 이를 위하여 대부분의 미래인터넷 구조 연구들이 가정하고 있는 식별자 (ID) 기반 네트워킹 통합 구조 연구를 추진할 필요가 있다. 식별자 기반 네트워킹 구조에서는 데이터나 서비스뿐 아니라 향후 추가될 센서나 사람, 사물 등 모든 통신 주체에 식별자를 부여하고 이 식별자를 기반으로 통신 서비스를 제공하는 구조를 말한다.

## 다. 미래인터넷 시험 환경

미래인터넷의 혁신적 구조와 관련된 다양한 기능 모듈들을 구현하고 시험하기 위해서는 현재 운용 중인 인터넷과 분리된 시험 환경이 필요하다. 미래인터넷 시험 환경의 사례는 미국의 GENI와 유럽의 FIRE를 들 수 있다.

연구 인력과 자원이 우리나라보다는 상대적으로 풍부한 미국이나 유럽과 달리 우리나라는 제한된 자원을 효율적으로 운영하기 위하여 상호 연동된 일련의 시험 환경을 운영하는 것이 바람직할 것이다. 즉 최초의 개념을 신속하게 검증해 볼 수 있는 시뮬레이션과 개별 기능 시험을 목적으로 하는 개방형 실험실과 제한된 규모의 네트워크를 개발자나 선발된 사용자만이 독점적으로 사용하는 시험망, 그리고 실제 운용 중인 망의 일부를 사용하는 시험망 등을 유기적으로 연동하는 환경 구축을 통하여 다양한 참여자가 개발 단계 별로 시험 환경을 이용할 수 있도록 하는 환경이 필요하다.

## 2. 미래인터넷 서비스 발굴

### 가. 기존 서비스를 미래인터넷 인프라에 수용

미래인터넷은 기존 인터넷의 구조적 한계를 극복하기 위한 연구이다. 따라서 기존의 서비스 중에서 기존 인터넷의 한계로 인하여 구현이 불가능하거나 어려운 서비스를 선택하여 이를 미래인터넷 인프라에서 실현함으로써 미래인터넷 인프라의 효용성을 검증할 수 있을 것이다. 예를 들면 기존의 P2P 응용은 응용 프로그램 내에 이름 기반의 라우팅 기능을 포함하고 있는데 미래인터넷 인프라가 이름 기반 라우팅 프로그램을 지원하는 경우 P2P 프로그램은 기존의 방식에 비하여 훨씬 용이하고 효과적으로 구현될 수 있다는 사실을 보여 줄 수 있을 것이다.

### 나. 새로운 미래인터넷 서비스 발굴

기존의 서비스를 미래인터넷에서 재설계하여 편의성과 효율성을 추구하는 단계를 넘어 미래인터넷의 혁신적 기능을 활용하는 새로운 서비스를 발굴해야 한다. 미래인터넷의 혁신적 서비스는 향후 지속적으로 추가될 센서 네트워크나 차량 통신 등 새로운 방식의 네트워크를 이용하는 분야도 포함될 것이다.

미래인터넷의 새로운 기능을 이용한 다양한 서비스 발굴을 위해서는 미래인터넷의 시험 환경을 조기에 구축하고 이를 다양한 통신 참여자에게 개방하여 새로운 서비스가 자유롭게 개발되도록 사용자, 사업자, 정보제공자를 망라하는 협력 체계 구축이 필수적으로 요구된다.

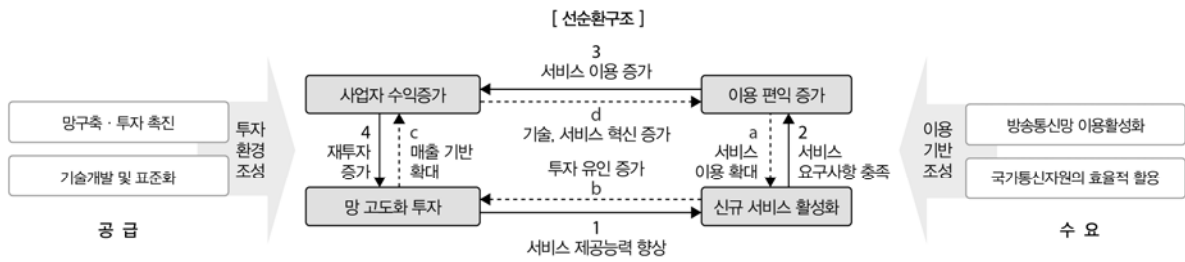
## 3. 네트워크 고도화와 지능화

### 가. 네트워크 다양성 지원

인터넷을 설계하는 혁신적 개념의 도입과 달리 미래인터넷의 도입은 기존의 인터넷과 통신 환경을 수용하고 새로운 통신 방식을 점진적으로 수용하는 진화방식을 따라야만 한다. 따라서 기존의 인터넷에서 모든 장치나 단말이 통신 환경이나 사용자의 요구와 무관하게 동일한 TCP/IP 프로토콜을 수행해야 하는데 반하여 미래인터넷에서는 다양한 네트워크들이 개별적인 통신 체계를 그대로 유지하면서 최소한의 연동 규정만을 이용하여 상호 연결되는 형태가 될 것이다.

### 나. 네트워크 지능화

미래인터넷에서의 다양성 지원은 인터넷에서의 이기종 네트워크들이 연동되는 차원을 넘어 개별 네트워크들이 기존의 인터넷의 서비스들이 공통적으로 요구하는 기능을 네트워크 차원에서 지원할 수도 있을



(그림 9) 망 고도화와 이용 활성화의 선순환 구조

것이다. 예를 들면 네트워크에서 전달했던 데이터를 일정 기간 저장하고 있다가 다른 사용자가 요구하는 경우 저장된 데이터를 전달함으로써 전송 지연과 대역폭을 줄일 수 있다.

#### 4. 통신망 고도화와 이용 활성화의 선순환 생태계 구축

미래인터넷은 기존의 인터넷의 구조를 근본적으로 변화시키는 새로운 패러다임 변환을 의미한다. 이런 패러다임 변환은 필연적으로 고도화를 위한 투자가 요구된다. 그러나 통신사업자 입장에서는 투자에 상응하는 수익이 보장되어야 할 것이다. 사업자의 수익은 이용자의 비용으로 지불되는데 이 경우 이용자에게 비용을 상회하는 편익이 보장되어야 한다.

(그림 9)는 망 고도화를 위한 투자와 이용 활성화를 위한 선순환 구조를 도시한 것이다. 먼저 공급자 측면에서 미래인터넷의 혁신적 개념을 기반으로 한 망 고도화 투자가 선행되어야 할 것이다. 망 고도화를 위한 초기 투자는 미래인터넷의 높은 위험도를 가지고 있으므로 정부나 공공기관의 선도적 투자가 필요할 것이다. 이 단계의 투자는 앞서 언급한 시범망이나 시범 서비스와 연계하는 방안도 고려할 수 있다.

### V. 결론

본고에서는 방송통신위원회에서 수립한 “미래를 대

비한 인터넷 발전계획”을 살펴보고 이에 기반하여 이루어지고 있는 국내 주요 미래인터넷 연구 내용을 소개하였다. 또한 차후 한국이 미래인터넷을 선도하기 위한 추진 전략을 제시하였다.

미래인터넷은 침체된 국내 네트워크 산업을 획기적으로 활성화시킬 수 있는 좋은 기회이다. 미래인터넷 태동기인 현 시점이 적극적인 연구개발 투자를 통한 선진국과의 치열한 경쟁으로 미래인터넷 기술 선진국 진입을 노릴 수 있는 적기라고 할 수 있다.

#### 용어해설

**미래인터넷** 현 인터넷의 문제점을 근본적으로 해결하기 위해 새로운 설계까지를 포함하는 차세대 인터넷 기술

**네트워크 가상화** 하나의 물리망 상에 여러 사용자들이 네트워크 자원을 공유하되, 독립적인 서비스 및 인프라를 사용할 수 있도록 CPU, 스토리지, port 등의 물리적 자원을 독자적으로 구분하여 할당해 주는 기술

**텔레프레즌스(Telepresence)** 오디오와 영상의 실제 크기와 품질, 공간 오디오, 아이(eye) 콘택트, 행동언어 등의 정보를 최적화하여 물리적으로 다른 위치에서 있는 사용자들이 강한 현실감을 가지고 양방향의 오디오와 영상통신이 가능한 기술

#### 약어 정리

DDoS	Distributed Denial of Service
DHT	Distributed Hash Table
FiRST	Future Internet Research for Sustainable Testbed
ICT	Information & Communication Technology
MOFI	Mobile Oriented Future Internet
PPP	Public-Private Partnership

## 참고문헌

- [1] 방송통신위원회, “미래를 대비한 인터넷 발전계획,” 2011. 6.
- [2] 모건스탠리 보고서, “Internet trends,” 2010. 4.
- [3] MOFI 홈페이지. <http://www.mofi.re.kr>
- [4] FiRST 홈페이지. <http://www.firsthome.re.kr/>
- [5] 신명기, 이병선, “Future Internet Research for Sustainable Testbeds,” *Global Future Internet Summit*, 2011. 12. 2.
- [6] 이순석, 김도영, “그린 라이프를 위한 보편적 스마트워크 기술,” 녹색기술포럼, 2012. 4. 4.