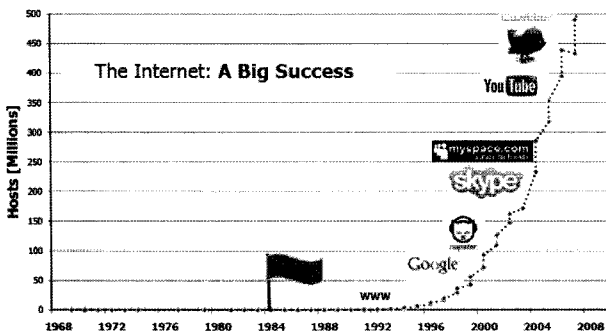


Future Internet Testbed 동향 및 Federation

한국정보화진흥원 | 강선무

1. 미래인터넷 연구배경

미래인터넷 기술의 연구가 시작된 동기는 기존 인터넷 기술의 한계점을 정리한 “The Internet is Broken”이라는 문서에 잘 정리되어 있다. 아래 그림을 보면 인터넷 기술은 84년에 TCP/IP 기술이 소개된 이후 1992년 World Wide Web을 발판으로 발전에 발전을 거듭한 결과 현재 약 5억대 이상의 host 단말 수를 기록하고 있다.



(<http://www.isc.org>, Hobbes' Internet Timeline)

그림 1 인터넷 호스트 단말 증가

이렇게 급격히 증가하는 노드수와 Web에서 P2P 등의 서비스로 발전하면서 트래픽양이 거대한 숫자로 증대되었고 또한 라우팅 테이블이 상상외로 커지게 되고 주소공간의 부족을 초래하고 있다.

기존에는 새로운 서비스에서 새로운 기능이 필요하게 되는 경우에는 인터넷에 추가적인 기능을 계속적으로 보완하여 필요한 서비스를 제공하는데 크게 문제가 없었다. 그러나 위에서 언급한 정도의 큰 변화에는 더 이상 단순한 기능의 수정과 보완, 간단한 추가로 해결할 수 없는 어려움이 예상되게 된 것이다. 지금까지 필요할 때마다 조금씩 덧붙인 것이 단순한 통신기술로서 장점이 있었던 인터넷기술에 너무 복잡하고 다양한 프로토콜과 패치를 양산하였으며 이런 복잡성에 따른 망규모의 증대, 이질성의 증대 등은 관리비용을 키우는 결과를 초래하였다.

또한 무선기술에 기반한 이동통신의 보편적 사용과 사물과 사물이 통신하는 센서네트워크의 활발한 도입은 높은 수준의 보안기능을 필요로 하고 있다.

인터넷을 이용하는 e-commerce의 활발한 이용과 e-mail이 이동중에도 통신하는 수단으로서 정착하고 있으며 은행업무 같은 중요한 분야에서 인터넷을 중요한 도구로서 사용하게 됨에 따라 통신망이 사용자 혹은 응용서비스가 필요로 하는 이동성, 품질, 보안, 라우팅, 개인의 프라이버시 등 다양한 기능을 제공해주어야 할 필요성이 대두되게 된 것이다.

이런 요구에 의하여 미국이나 유럽, 일본 등에서 활발히 연구되기 시작한 것이 미래인터넷기술연구이며 국내에서도 미래인터넷 기술에 대한 연구가 적은 규모로나마 시작된 것이 벌써 3년이 되었다.

우리보다 일찍 미래인터넷에 대한 연구를 시작한 선진국들은 이미 초기 단계를 넘어서 본격적으로 구체적인 연구방향에 따라 일사불란하게 연구를 진행하는 성숙단계로 접어들고 있다고 보여진다. 여러 지면에서 자세히 소개된 미래인터넷연구 동향을 통하여 각국은 어떤 연구 분야와 어떤 연구 방법론 및 체계를 가지고 미지의 세계를 개척하고 있는지 그 실체가 구체적으로 파악되고 있다.

궁극적으로 이런 연구를 통하여 미래인터넷이 우리에게 해결해 줄 사항들을 정리하면 우선 인터넷이 도처에 준비되어 아주 간단한 방법에 의하여 연결이 가능하고 높은 신뢰성과 확장성을 제공해 주게 될 것이다. 또한 이동성, 고정/이동 통신의 통합, 품질과 비용 정산, 제한 없는 보안성 등에 기반한 새로운 e-Government, u-Health 서비스라든가 특별한 응용서비스인 Disaster prevention, Emergency, Military service 등을 활성화 시키는 역할을 하게 될 것이다. 관리비용을 획기적으로 줄이고, 사용자가 관여하지 않아도 자동으로 관리가 되는 기능을 제공하고, 공격이나 트래픽의 과부하를 막고, 심지어 망의 고장 등에도 잘 견뎌내는 기능을 제공하게 될 것이다.

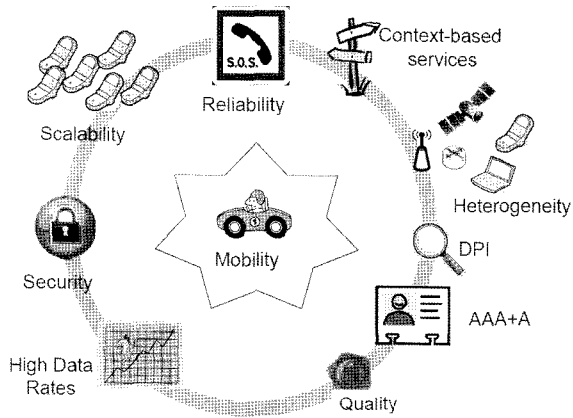


그림 2 미래인터넷 제공 기능

2. 미래인터넷 연구현황

미래인터넷의 연구는 현재의 인터넷기술을 개량해 나가는 방식과 현재의 구조는 아주 없다고 생각하고 기반부터 바꾸어 새롭게 만들자는 연구로 크게 구별되어 진행되고 있다.

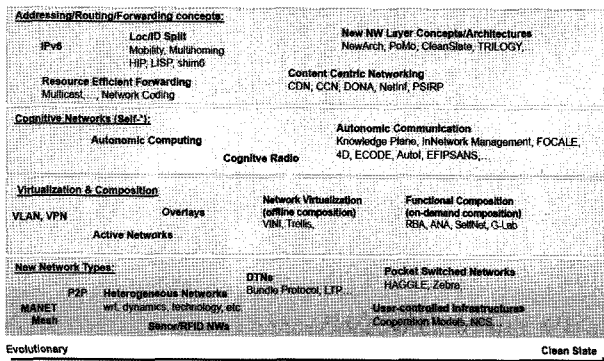


그림 3 미래인터넷 연구분야

위 그림에서 볼 수 있듯이 현재 각국에서 진행되고 있는 미래인터넷기술 연구는 크게 지금 당장 망이나 서비스의 요구사항에 의하여 현재 기술의 개선을 위하여 진행되는 것과 10년 20년 후의 미래 서비스에 이용될 수 있는 기술로서 원천에서부터 장기적 안목으로 혁신적인 기술연구로 진행되는 것이 있다. 물론 그 중간 정도의 위치로 생각되는 기술도 있지만 현재의 시각으로 볼 때 그런 것이고 급변하는 기술, 서비스 환경에서 언제 연구하는 기술들이 활용되게 될 지를 정확히 얘기하는 것은 별로 의미가 없어 보인다.

미래인터넷연구에 선두적인 위치에 있는 Stanford 대학의 예를 보면 연구에 대한 "Big Picture"로 제시하고 있는 계층으로 하부에 Multi-Gb/s와 99%의 coverage를 갖는 무선기술 계층, 그 위에 OpenFlow 기반의 Network Substrate 계층, Computation Substrate, Data Substrate을 차례로 정의하고 있으며 응용서비

스로 Virtual World, Pocket School 등 현재 시점에도 실현가능한 구체적인 서비스까지를 제시하고 있다.

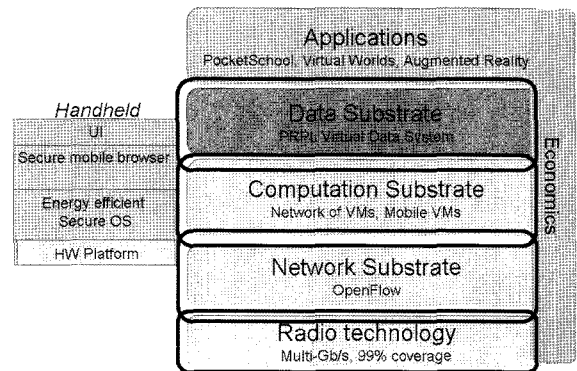


그림 4 미래인터넷연구-Big Picture

즉 현실적인 서비스를 같이 결합하여 바로 적용 가능하고 경제적인 기술을 연구분야로 선정하여 통신 프로토콜, S/W, H/W 공학자 뿐만이 아니라 서비스 및 이의 적용성을 연구하는 교육학자, 또한 경제성을 연구하는 경제학자를 포함하고 있으며 이런 기술이 미치게 될 사회적인 영향을 연구하기 위한 사회학자 등 다양한 연구자가 참여하는 연구그룹을 운영하고 있다.

각국에서 진행하고 있는 미래인터넷 연구를 살펴 보면 아래 그림과 같이 크게 기술에 대한 연구와 이를 시험하기 위한 시험환경으로 분류된다.

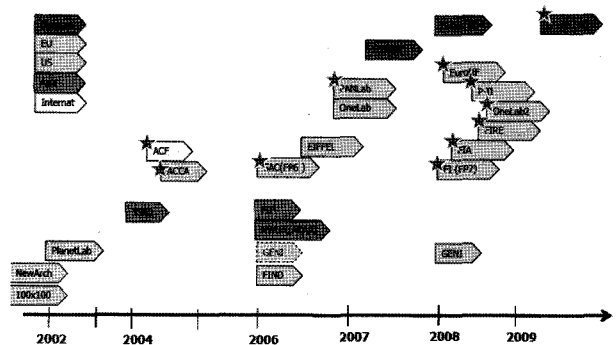


그림 5 각국의 미래인터넷 연구

우리나라에서도 대학을 중심으로 정부에서 지원하는 미래인터넷연구 과제가 설정되어 추진되었으며 이를 계기로 다양한 분야의 연구를 수행하는 연구자들을 중심으로 Future Internet Forum이 구성되었고 분야별 연구그룹이 활발한 연구 활동과 다양한 의견수렴의 창구역할을 담당하고 있다. 이를 중심으로 학계, 연구계, 산업계에 미래인터넷 연구의 저변을 확대하고 우리나라 안에서도 본격적으로 다양한 견해와 의견을 수렴하고 체계를 정비할 수 있는 장이 비로소 마련된 중요한 전기가 되었다고 생각된다.

국내에서도 이제 미래인터넷 연구에 대한 분위기가 본격적으로 무르익어 최근에 방송통신위원회에서 수립한 방송통신망중장기발전계획에 미래인터넷을 주요 핵심연구 분야로 설정하였고 또한 정부는 국가가 당면한 문제중 과학기술로 해결 가능한 연구프로젝트로서 미래인터넷기술을 선정하여 다양한 분야의 연구자들이 참여하는 장기 연구과제를 기획, 추진중이다. 최근에 연구기관과 연구결과를 공공 및 민간에 활성화 시키는 진흥원, 산업체 등이 중심이 되어 출범한 미래네트워크2020 Forum도 향후 미래인터넷 관련 기술의 연구, 개발, 확산에 일익을 담당할 것으로 기대가 된다.

3. Future Internet Testbed

3.1 Future Internet Testbed의 필요성

새로운 네트워킹 기술 및 서비스를 신속히 연구개발하기 위하여 무엇보다도 우선적으로 필요한 것은 선도기술의 개념설정단계부터 이를 시험하고 검증하는 것이며, 본격적인 연구, 개발단계를 조기에 착수하고 또한 산업화를 앞당기기 위하여 매우 중요한 것으로 인식된다. 초기 단계에서부터 기초이론을 연구하는 학계 및 본격적인 연구, 개발을 진행하는 연구계, 이를 산업화시키는 산업계가 공동으로 참여하여 활용할 수 있는 대규모의 네트워크실증시험을 위한 첨단 연구개발망 구축을 위하여 미국을 비롯한 EU 및 일본 등 각국은 향후 10년 이상 장기간 막대한 투자규모와 추진계획 등을 이미 수립하여 국가의 중요한 발전계획에 포함시켜 실행에 옮기고 있다.

미국은 이미 수십년 동안을 인터넷 강국으로서 기술적, 상업적인 중심자 역할을 견지해 왔음에도 불구하고 현재의 인터넷과는 전혀 다른 미래인터넷에 대한 연구에 집중적으로 투자를 하고 특히 지금까지 상용망에 기반을 둔 테스트베드를 대신하여 국가가 직접 나서서 테스트베드망을 구축하려는 이유 중에 하나는 대통령 과학술자문회의에서 미래통신망고도화를 국방, 과학, 경제, 기술분야에서 미국이 21세기 미국의 리더십을 지속적으로 유지하고 촉진시키기 위한 것으로서 이의 추진에 전략적인 우선순위를 부여하고 국가의 핵심과제로 선정하는 한편 미국 연방정부의 통신망 고도화에 대한 요구사항을 만족시키는 동시에 미래 IT 분야에서의 주도권 확보를 위한 본격적인 활동에 착수 하였다.

이런 취지가 있음에도 불구하고 미국을 비롯한 유럽, 일본 등은 전 세계가 연결되어 사용하는 인터넷의

글로벌한 특성상 독립적인 어느 한 국가가 개발한 기술을 인터넷의 주요 기술로 채택하여 사용하게 할 수 있는 경우는 극히 드문 예가 될 것이라는 사실을 인식하고 있다. 따라서 앞으로 미래인터넷 기술의 연구, 개발, 시험에는 다양한 국가들이 참여하여 공동으로 협업을 하게 될 것이며 이런 활동들이 활발하게 전개될 때 중요한 성공의 요인이 될 것이며 보편적으로 널리 사용하게 될 수 있는 기술로 발전하게 될 것이다. 따라서 각국은 FI testbed에 대한 국제적인 협업구조를 완성하기 위하여 다양한 참여기관과 참여자를 포함하고 서로의 역할을 담당토록 기획을 하고 이를 구현해 나가고 있는 상황이다.

FI Testbed는 Internet Ecosystem인 하부기술, Application, Core architecture 등에 대한 전반적이고 다양한 기능을 시험하는 역할을 제공해야 한다. 더 나아가서는 아래 그림과 같은 미래인터넷 기술에 근거한 서비스가 제공하게 될 경제적인 영향과 사회적인 현상까지도 시험할 수 있는 기능까지도 포함시켜서 제공하여야 할 것이다.

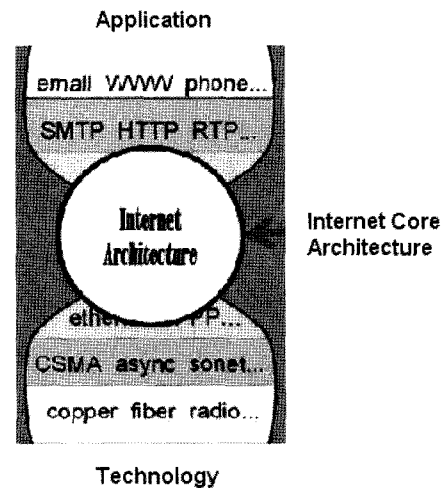


그림 6 Internet Ecosystem

실제적으로 Testbed가 제공하는 기능은 엄격히 구별하자면 크게 Testbed와 Experimental Facility로 나누어 생각할 수 있다. Testbed는 simulation이 아닌 실제적인 특정한 목적으로 시험을 행하는 경우로서 한정된 범위 내에서 달성이 기대되는 시험의 결과를 미리 알고 있는 상황에서 시험기능을 제공한다. 따라서 미래인터넷 연구에서 추구하는 clean slate에는 적합하지 않은 경우로 볼 수 있다. 반면에 Experimental facility의 경우에는 아직까지 존재하지 않는 구조를 실현하기 위하여 시험할 때 필요한 것으로서 현재의 기반 구조를 탈피하여 구성될 필요가 있다. 이는 보

다 대규모의 글로벌한 시험환경을 구성하게 되고 기대되는 시험결과 또한 성공여부를 결정하는 기준이 정해져있지 않은 새로운 구조나 프로토콜을 시험할 수 있도록 기능을 제공하는 것을 의미한다.

3.2 Testbed 운용현황

3.2.1 GENI

GENI(Global Environment for Network Innovations)는 미국의 미래인터넷 기술연구를 뒷받침하기 위하여 특별히 구축된 시험환경이다. GENI의 특징은 아래 그림에서처럼 넓은 지역을 커버하고 있으면서 end-to-end 접속을 지원한다. 연구자들 사이에 자원을 공유하기 위하여는 가상화와 분할되어 할당된 리소스를 의미하는 슬라이스를 제공한다.

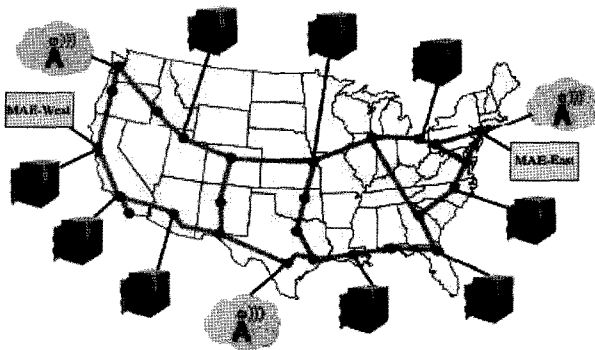


그림 7 Global scale networks

대용량의 광네트워크를 백본으로 사용하고 있으며 프로그램이 가능한 코어노드를 포함하고 있다. 에지 노드에는 고성능 CPU와 저장매체 클러스터로 구성되어 있다. 또한 접속 기술로는 다양한 종류의 이동통신, 무선네트워크를 사용하면서 또한 센서네트워크를 연동할 수 있는 무선 접속망을 구성하였다. 물론 기존의 인터넷망과의 연동기능도 제공한다.

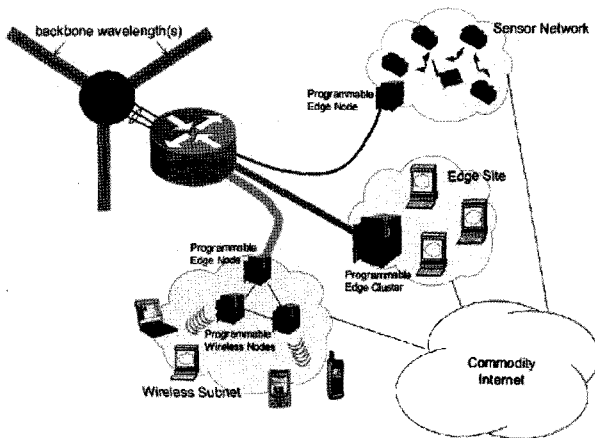
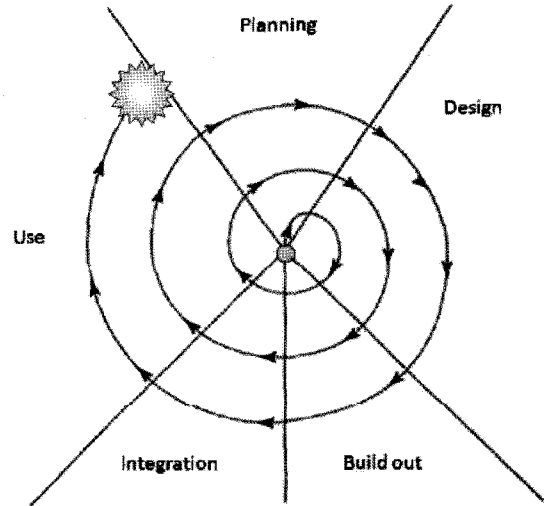


그림 8 GENI 구성도

GENI 환경은 사전에 잘 계획되고 융통성있는 구축 과정을 거쳐서 계속 규모를 키워 나간다. 아래 그림은 이런 GENI 구축 계획을 잘 표현하고 있다.



Strawman GENI Construction Plan

그림 9 GENI 구축 과정

GENI 환경의 구축을 위하여는 아주 적은 단위의 무선망, 백본, GENI 라우터, 기존의 testbed 등 클러스터들을 federation 하여 구축을 시작하여 달팽이 모양의 개발과정을 거쳐 궁극적인 최종 목표망을 구축하게 된다. 최종 목표망은 그림 8에서 보여준 대용량 분산 컴퓨팅과 고속 광 백본망, 무선망, 센서망을 연동하여 완성된다.

3.2.2 FIRE

FIRE(Future Internet Research and Experimentation)은 대규모의 시험, 검증을 지원하기 위하여 기존의 testbed들을 서로 연결한 시설로서 장기적으로 볼 때 여러 필요와 요구사항을 수용한 다양성을 제공하고 일반적 자원과 지정된 자원을 할당할 수 있게 하며 궁극적으로는 시험을 위하여 소요되는 비용을 최소화할 수 있는 통합 시험환경을 제공하는데 목적이 있다. FIRE의 발전 roadmap은 그림 10과 같다.

FIRE 연구가 의미하는 특징적인 내용을 정리하여 보면 다음과 같다.

- 1) 미래인터넷은 복잡시스템
 - 여러 전문분야가 연계되어 있고 여러 계위로 구성되며 시스템적인 접근을 하여야 한다.
 - 앞에서 특징을 정의한 experimental facility를 이용하여 실제 시험을 하여야 한다.
- 2) 인터넷프로토콜, 구조, 서비스 등에 대한 통찰력 있는 연구

- 개방구조이고 상향적 방식을 적용
- 꼭 Backward 호환성이 요구되지 않음
- 경제적 개념, 혁신적 개념등 다양한 전문분야가 상호연계

3) 시험적으로 출발된 연구

- 이론적인 연구가 아닌 실제 데이터에 입각한 실험과 testbed 중심의 연구
- 파급력 있는 혁신적 전환 방향을 확인하는 연구

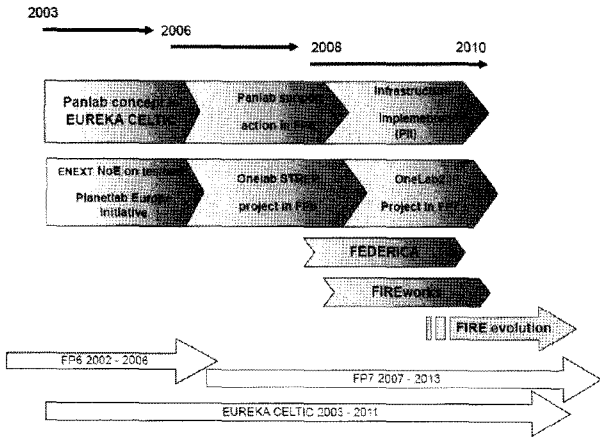


그림 10 FIRE 발전 단계

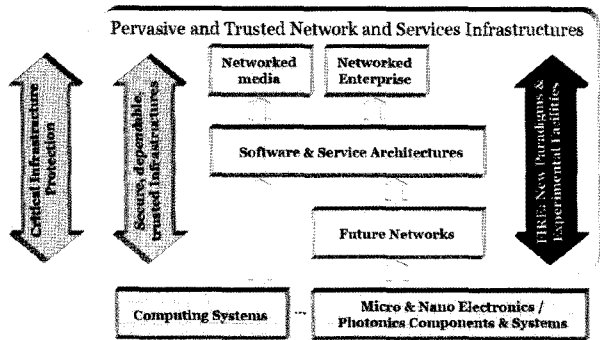


그림 11 FIRE challenge 1

위 그림에서 보면 FIRE는 새로운 패러다임의 시험 환경이다. 이 환경에는 미래 네트워크와 소프트웨어 구조와 서비스 구조, 연결된 미디어, 연결된 비즈니스 등을 포함하고 있다. 이의 제공을 위하여 안전하면서 신뢰할 수 있는 보강된 인프라를 컴퓨팅 시스템, 나노 전자, 광소자, 광시스템의 기술로서 제공한다. 결국 현재 제공 가능한 기술들로서 미래네트워크 기술을 시험할 수 있는 시험환경을 제공하는 것을 의미한다. 이 그림을 보면 역시 미디어, 즉 콘텐츠와 비즈니스까지도 미래인터넷의 연구 대상으로 보고 있다는 것을 주시하여야 할 것이다.

실제적으로 FIRE에서 진행되고 있는 과제를 도식화하여 보면 그림 12와 같다.

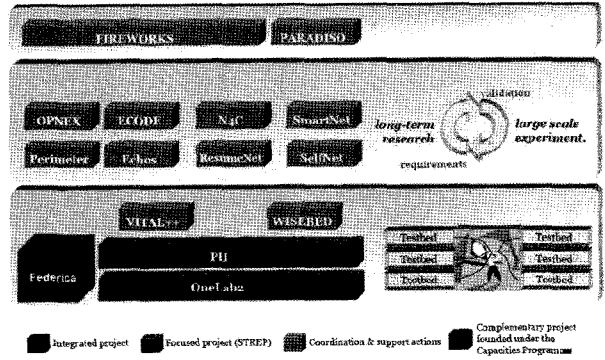


그림 12 FIRE project overview

이 그림에서 보면 FIRE project는 통합 project, 중점 project, 보완 project와 이들 project를 조정하고 지원하는 기능과 testbed로 구성되어 있는 experimental facility 임을 알 수 있다. 기술적인 요구사항이 있으면 이를 장기적인 연구를 하고 이의 검증을 위하여 대규모의 실험을 하는 것을 뜻한다.

3.2.3 G-Lab

G-Lab은 아래 그림에서 볼 수 있듯이 연구와 실제적인 환경을 기반으로 experimental facility를 서서히 통합하여 궁극적으로 Future Internet을 완성한다는 사상을 가지고 있다. 진행하고 있는 연구과제들과 mapping되는 experimental facility를 설계하여 구축해 나가는 모양을 잘 표현하고 있다.

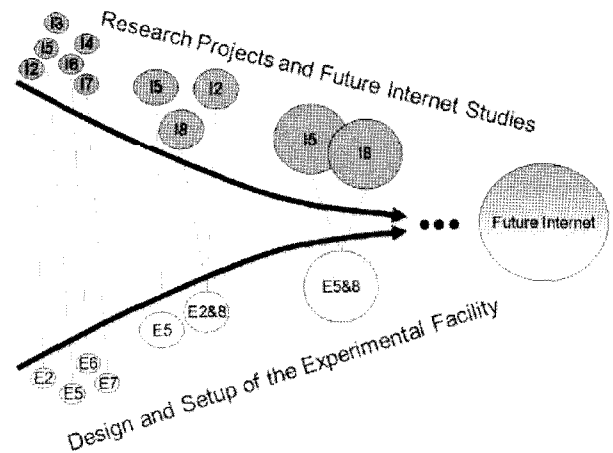


그림 13 G-Lab : Future Internet Vision

그림 14는 위에서 설명한 연구과제와 experiment facility의 한 패키지를 보여주고 있다. 하나의 experiment facility가 다수의 진행중인 연구과제의 실험을 지원할 수도 있음을 알 수 있다. 이는 마치 초고속 연구망이 있고 이 연구망에 다수의 experiment facility를 설정하고 이 시설에서 다수의 진행중인 연구 과제를 실험할 수 있도록 구성함을 의미한다. 이 개념은

KOREN의 공용접속 시험노드와 아주 유사한 것으로 생각된다. KOREN 공용접속 시험노드는 현재 수행중인 Future Internet 연구과제들을 시험할 수 있는 체계를 갖추고 있다.

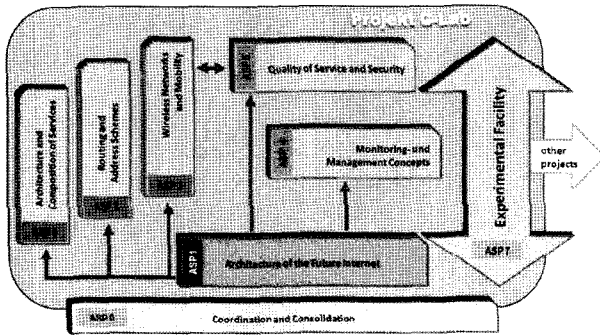


그림 14 G-Lab workpackage

G-Lab에는 전체 환경을 관리하는 구조체계를 설정하여 운영하고 있으며 전체 환경의 자원을 관리하는 central management 기능과 지역적인 자원을 관리하는 local control 기능이 있다.

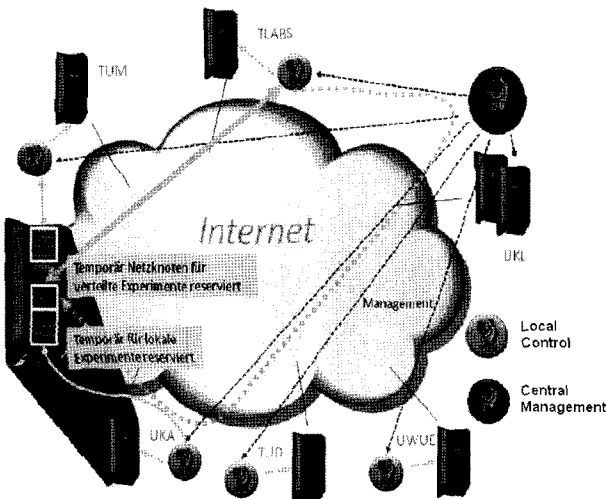


그림 15 G-Lab 운용체계

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Phase 1 - Technical University of Darmstadt (Ralf Steinmetz) - Deutsche Telekom T-Lab, Berlin (Anja Feldmann) - University of Kaiserslautern (Paul Müller, Hans Schotten) - Technical University of Karlsruhe (Martina Zitterbart) - Technical University of Munich (Jörg Eberspächer) - University of Würzburg (Phuoc Tran-Gia, coordinator) | <ul style="list-style-type: none"> • Phase 2 - University Luebeck (Stefan Fischer) - Fraunhofer FOKUS (Tanja Zseby) - Qualcomm (Krishna Raddit) - Alcatel-Lucent (Peter Domschitz) - University Ilmenau (Andreas Mitschele-Thiel) - University Hannover (Markus Fidler) - University Passau (Hermann deMeer) - Nokia Siemens Networks (Marco Hoffmann) - HAW Hamburg (T. Schmidt) |
|---|---|

그림 16 G-Lab 참여 기관

1단계의 G-Lab은 학교 중심으로 구성이 되어 있었으나 2단계에는 위 그림에서 보는 바와 같이 비종업 회사와 연구소 등이 참여하고 있으며 지속적으로 여타 국가의 시험환경들과 Federation을 모색하는 단계이다.

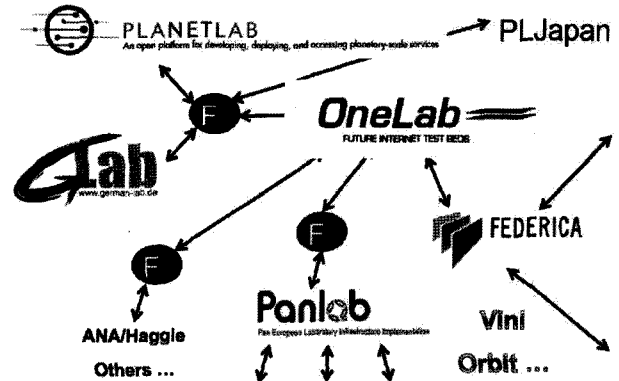


그림 17 G-Lab Federation

3.2.4 KOREN

한국에서 네트워크 장비 및 프로토콜을 전문적으로 시험하고 검증하는 목적으로 만들어진 KOREN은 일찍이 상용망과 물리적으로 완전히 분리된 구조의 시험망을 구성하였다. 아래 그림은 위에서도 잠깐 언급한 공용접속 시험노드를 보인다.

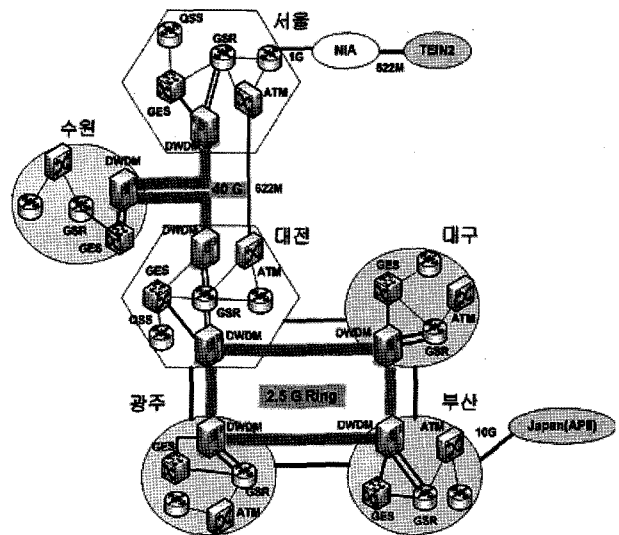


그림 18 KOREN 공용접속 시험노드

이 공용접속 시험노드를 이용하여 다양한 Future Internet 연구, 실험이 이루어지고 있으며 현재 진행되고 있는 분야를 보면 무선 mesh 네트워크, PPK(Private PlanetLab Korea), IP-USN 센서네트워크, NetFPGA 연구 등 제 외국에서 진행되고 있는 대부분의 연구주제가 우리나라에서도 진행되고 있다.

3.3 Testbed Federation

각 그룹들이 각국에서 연구하고 있는 주제들과 이를 시험하는 experimental facility들은 서로 연동되어 협업하면서 보다 큰 시너지를 낼 것으로 예상된다. 이제는 어느 한 그룹이 어느 한 회사가, 또 어느 한 연구소가 아주 획기적으로 우수한 결과를 내고 이를 전 세계가 사용하게 되는 일은 기대하기 어려울 것이다. 네트워크기술이 발달함에 따라 비공개적으로 혼자서 감추고 연구하여 깜짝 놀랄만한 결과를 내던 시대는 이미 지나갔다고 여겨지기 때문이다. 보다 많은 사람이 머리를 짜내어 집단지성의 힘을 발휘하여야 보다 큰 결과와 이 결과를 조기에 확산시킬 수 있는 기반이 단기간에 정착될 것이기 때문이다. 아래 그림은 이런 협업연구와 협업 testbed를 표현하고 있다.

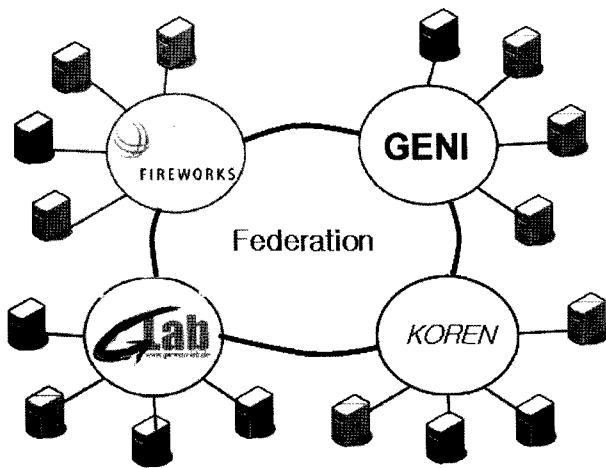


그림 19 Global Testbed Federation

아래 그림에서 볼 수 있듯이 KOREN을 이용한 Global federation 연구와 실험이 이미 추진되어 현재도 실질

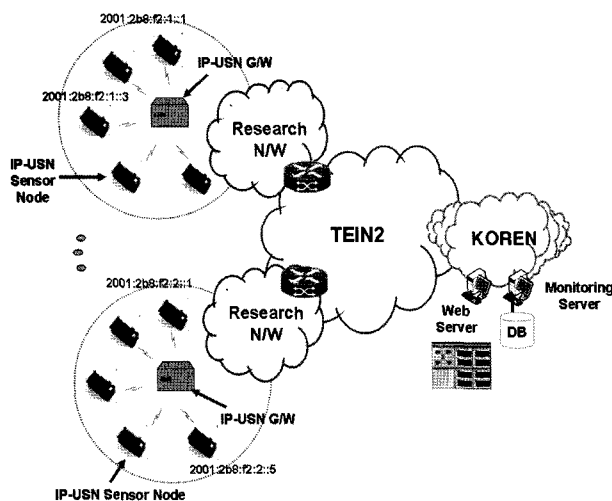


그림 20 IP-USN Testbed Federation

데이터가 교환되고 있는 예를 보여주고 있다. KOREN 연구과제로 9개국이 연동되어 추진된 IP-USN 센서 네트워크 연구로서 KOREN, TEIN, APII 등 국제연구개발망을 상호 연동하고 각 국에서 구축한 IP-USN 센서 연구 platform을 연동한 것이다. 특히 IP-USN은 제외국과의 Federation network이 구성되어 실제적인 협업연구가 진행되고 있다.

4. 결론

실용화를 목표로 하는 Future Internet 연구에 있어, 실제망을 통한 실험결과와 실증은 가장 중요한 이슈이다. 현재 단계에서 3가지 정도의 핵심 전략을 제시하고자 한다.

첫 번째 전략은 전 세계의 실험용 네트워크를 연동해서 전 세계적인 협업 시험연구망을 구성하는 Federation 전략이다. 현재 Future Internet 연구를 주도하는 각국은 모두 중, 소규모의 실증 연구망을 보유하고 있다. 이를 연동한 후, 전 세계의 연구자에게 개방한다면 세계적인 규모의 실증시험망이 구성되게 된다. 이를 위해 현재 우리나라가 진행하고 있는 국제연구 시험망 federation을 앞에서 예시한 여타 국가들의 experimental facility들과 연동하는 적극적인 노력을 기울여야 할 것이다.

두 번째 전략은 Programmable한 라우터 및 Future Internet 기기를 만드는 것이다. Future Internet이 지향하고 있는 미래의 통신망은 1) 기존의 Internet과 향후 설계될 혁신적인 Future Internet 망이 공존하면서 2) 서비스 차별화 및 망의 운용이 자유로운 통신망이다. 이를 위해 라우터 및 Future Internet 기기는 자유롭게 program 가능해야 하며, 현재의 추세로 볼 때 미래의 장비는 이런 기능을 기본으로 가질 가능성이 높다. 우리나라에서도 미래 통신망 기기 산업의 발전을 위해 이런 종류의 기기 시장을 특허와 시제품으로 선점할 필요가 있다.

세 번째 전략은 현재 가시화되고 있는 클라우드컴퓨팅 등 다양한 Future Internet형 서비스를 연구, 개발하는 시제품을 이용하여 제공할 수 있도록 노력하여야 할 것이다. 기존 네트워크 중심의 testbed는 이제 서버, 스토리지, 스위치, 라우터가 패키지형태로 구성되어 가상화 기능이 복합적으로 제공되는 testbed로 발전되어야 할 것이다. 그리고 이곳에서 검증된 새로운 서비스들은 공공분야, 대기업에 선도적용, 통신사업자를 통한 민간확산이 될 수 있도록 단기간에 안정화를 실현하고 그 유용성을 입증할 수 있어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 김성태, “국가 기식기반 인프라 구축전략과 추진과제,” 정보와 사회, 제13호, 한국정보화사회학회, 2008.
- [2] 강선무, “Future Internet 동향과 전망,” 표준화논단, IT Stand & Test, TTA Journal, 제 110호, pp.14-18, 2007. 3.
- [3] 강선무, “미래인터넷 테스트베드 구축동향,” 정보와 통신, 한국통신학회지 25권 3호, pp.42-47, 2008. 3.
- [4] Paul Kim, “Mobile Technology Implications: The Global Trends, Stanford Research & Case Study in Latin America and Africa,” 발표자료, 2009.
- [5] 박성용, 강선무, “KOREN을 이용한 미래인터넷 테스트베드 및 각국의 사례 연구,” 전자공학회지 특집, 제36권 3호, pp 361-370, 2009. 3.
- [6] 강선무, “미래인터넷 연구와 지식기반사이버인프라,” 전자공학회지 특집 제36권 3호, pp 371-379, 2009. 3.
- [7] 한국정보사회진흥원, “국가정보화백서,” 2008.
- [8] Phuoc Tran-Gia, Anja Feldmann, Ralf Steinmetz, Jorg Eberspacher, Martina Zitterbart, Paul Muller and Hans Schotten, “G-Lab(German-Lab) White Paper Phase 1,” Jan. 2009.
- [9] NCO/NITRD, “Federal Plan for Advanced Networking Research and Development,” Interagency Task Force for Advanced Networking, May 15, 2007.
- [10] David D, Clark, “The Internet is Broken, Part 1, Part 2, Part 3,” Technology Review, MIT, Dec. 2005 - Jan. 2006.
- [11] Larry Peterson, John Wroclawski, “Overview of the GENI architecture,” GDD-06-11, January 5, 2007.
- [12] Anastasius Gravras, Arto Karila, Serge Fdida, Matrin May, Martin Potts, “Future internet research and experimentation: The FIRE initiative,” ACM SIGCOMM Compciter Communication Review, Vol. 37, Issue 3, pp 89 92, Jul. 2007.
- [13] ERCIM NEWS, “Specil theme: Future Internet Technology,” Apr, 2009.
- [14] Tanja Zseby, “Future Internet Trends - a Technical Overview of Evolutionary and Revolutionary Ideas,” IMS Workshop, Fraunhofer FOKUS, Nov. 2009.
- [15] Matt Boon, “Key Infrastructure Technology and Return to Growth Factors,” Gartner, Nov. 2009.
- [16] Alex Gullen, “The Top 15 Technology Trends EA Shoud Watch,” Forrester, Oct, 2009.
- [17] <http://www.geni.net>
- [18] <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fire>
- [19] <http://europa.eu.int/i2010>
- [20] <http://www.jgn.nict.go.jp>
- [21] <http://www.german-lab.de>

강선무



1983 충남대학교 전자공학과 (학사)
 1987 스톡홀름 왕립공대 전송이론과 (석사)
 1998 충남대학교 전자공학과 (공학박사)
 1983~2000 한국전자통신연구원 팀장, 책임연구원
 1984~1987 스웨덴 L.M.Ericsson 객원연구원
 2000~2004 (주)네오텔레콤 부사장

2004~2006 한국무선국사업관리단(현 전파진흥원) 연구위원
 2006~2008 한국정보사회진흥원 u-인프라기획팀 팀장
 2009~현재 한국정보사회진흥원 정보기반지원단 단장
 주요활동 : Future Internet Service WG 의장
 관심분야 : SOA, EA, IP-USN, 미래인터넷, 차세대네트워크, 클라우드컴퓨팅 등
 E-mail : ctkkang@nia.or.kr
