ETRI

2012
Electronics and
Telecommunications
Trends

만물지능통신 기반 · 초연결 네트워크의 발전 방향과 국가 전략

National Strategy for All Things on Ambient Network-based World

하원규 (W.G. Ha) 기술예측연구팀 책임기술원
최민석 (M.S. Choi) 기술예측연구팀 선임연구원
최남희 (N.H. Choi) 한국교통대학교 행정정보학과 교수

* 이 논문은 ETRI 내부연구과제 '만물지능통신기반 구축 액션플랜 및 국가 IT신전략 연구' 수행의 일환으로 작성됨.

본고에서는 미래인터넷 환경으로서 사람 · 사물 · 공간 간의 새로운 관계망으로서의 만물지능통신 기반 · 초연결 네트워크(All Things on Ambient Network: ATAN)에 주목한다. ATAN은 네트워크를 구성하는 행위 주체로서 인간과 인간의 소통에서 인간과 사물, 사물과 사물, 공간과 공간으로 확장되어 데이터, 정보 그리고 행동을 초연결하는 시스템의 총체로 본다. 본고에서는 ATAN이 포스트 스마트 사회 인프라로 이행하는 기여 지점에서 인간과 비인간의 의사소통 티핑 포인트(tipping point)로서의 ATAN 싱귤래리티(singularity) 개념이 존재함을 제안한다. 이러한 전제하에서 ATAN 싱귤래리티의 발생 구도를 설정하고, 웹의 과거 · 현재 · 미래 고찰을 통해 ATAN 패러다임으로 전개되는 과정을 고찰한다. 또한 주요국의 미래인터넷 전략 분석을 통하여 ATAN으로의 공통 지향성을 추출한다. 이러한 작업을 통해 우리나라의 미래 네트워크의 전략적 콘셉트로서 ATAN 국가 전략기조를 제시한다. 마지막으로 첨단 네트워크 기술이 사회변형을 촉진하고 사회가 기술을 인간 중심으로 수용하는 건강한 기술사회 복합체(technology-social complex)를 지향할 것을 강조하였다.

Ⅰ. 서론: 인간과 비인간의 초연결 시대 도래
Ⅱ. 만물지능통신 기반 · 초연결 네트워크의 발전 방향
Ⅲ. 만물지능통신 기반 · 초연결 네트워크 국가 전략
Ⅳ. 총괄: 건강한 만물지능통신 기반 · 초연결 사회를 위하여

© 2012 한국전자통신연구원

Ⅰ. 서론: 인간과 비인간의 초연결 시대 도래

방송과 통신의 융합으로 인간의 행동 데이터가 집중되는 플랫폼 구축에 성공하는 기업이 글로벌 시장을 선점했다. 구글은 검색 키워드로 추출되는 이용자의 흥미 데이터에, 아마존은 전자상거래의 구매이력 데이터에, 페이스북은 사람들의 연결을 기반으로 하는 커뮤니케이션 데이터 등에 각각 기반을 두고 있는데 그 공통가치는 인간 행동 데이터라고 할 수 있다.

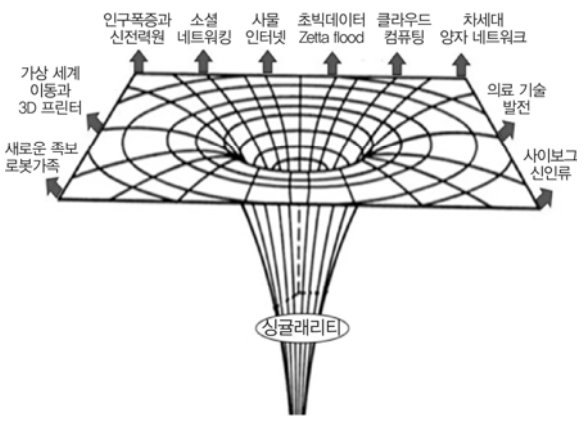
사람들의 유비쿼터스 연결을 가능하게 한 스마트 혁명 이후의 새로운 IT 생태계 어떤 모습일까? 현시점에서 지식지능사회의 자양분이 될 IT 생태계를 정확하게 진단하기란 실로 어렵다. 그러나 부상하고 있는 혁신적 IT 기술의 방향성은 인간과 비인간의 초연결(hyper-connection)이라는 거대 트렌드를 포착할 수 있다. 본고에서는 사람 · 사물 · 공간 · 시스템 간의 끊김 없는 소통, 즉 인간과 비인간의 커뮤니케이션을 만물지능통신 기반 · 초연결로 그 개념을 설정한다. 이는 레이 커즈와일(Ray Kurzweil)이 주장하는 '기술이 인간을 초월하는 개념인 싱귤래리티(singularity)'[1]를 현실적인 레벨로 구체화한 미래 네트워크 총체이다.

본고에서는 만물지능통신 기반 · 초연결 네트워크(All Things on Ambient Network, 이하 ATAN으로 표기)란 편재적으로 상호 연결된 지구적 차원의 차세대 네트워크 생태계(subsystem of next IT)[1]로 본다. ATAN은 인간이 살아가는 실제 세계의 존재와 객체로서의 사물과 공간을 촘촘하게 연결하고, 이렇게 초연결된 사물과 공간이 인간의 삶을 둘러싸는 환경 그 자체가 되어, 인류의 과제를 해결하고 새로운 산업과 인프라를 구성하는 가치창조 그물망이다.

따라서 ATAN은 단순히 정보통신에 국한된 기술이 아니라 나노 기술, 생명공학 기술, 인지과학 기술, 로봇 기술 등의 첨단 기술이 개입된 융합가치 네트워크 체계이다. 나아가서 ATAN은 다른 관련 기술과 시너지를 일으키면서 가까운 장래에 새로운 인류문명을 창조하는 싱귤래리티로 자리매김될 수 있을 것으로 본다. 시스코의 선임 미래학자인 데이브 에반스(Dave Evans)는 앞으로 10년은 숨가쁘게 변화했던 지난 10년보다 더욱 가파른 변화가 예고되지만, 파괴적 신기술은 그 속성상 예측이 불가능하다는 전제하에 인류를 바꿀 10가지 기술을 전망했다. 그것은 사물 인터넷(IoT), 단순한 대용량 데이터가 아닌 제타플러드(Zettaflood), 현명해지는 클라우드, 차세대 넷(Net), SNS로 좁아지는 세상, 인구폭증과 새로운 전력원, 가상 세계로의 이동과 3D 프린터, 또 하나의 족보 '로봇 가족'의 등장, 의료기술의 발전, 인간? 사이보그? 신인류의 출현 등을 들고 있다[2].

(그림 1)은 데이브 에반스의 다가올 10년 안에 인류를 바꿀 10가지 기술군을 ATAN 시대를 열어주는 싱귤래리티로 보고 재구성한 것이다.

미래를 예측하는 작업이 어려운 일은 싱귤래리티적 특성으로 인해 기술 발전의 티핑(tipping) 가능성과 불확실성 때문이다. 그럼에도 불구하고 ATAN은 사람 인터넷(Internet of People: IoP), 사물 인터넷(Internet of Things: IoT), 공간 인터넷(Internet of Space) 등의 개



(그림1) ATAN으로 가는 싱귤래리티로서의 10대 기술

1) 케빈 켈리는 'What Technology Wants'(케빈켈리, 기술의 충격, 이한음 옮김, 민음사, 2011. 5, p. 21)에서 "우리 주변에서 요동치는 더 크고 세계적이며 대규모로 상호 연결된 기술계(system of technology)를 테크늄(technium)으로 명명함.

념의 확장과 관련 기술 진보에서 알 수 있는 바와 같이 분명히 현재 진행 중인 메가 트렌드이며, 단지 언제 싱귤래리티가 도래할 지만이 정해지지 않았을 뿐이다. ATAN 기술의 퀀텀 점프로 인류는 점점 더 빨리 새로운 인류문명 창조의 신지평을 열어가고 있다.

AToN 싱귤래리티는 디지털 사회를 혁신적인 '미래인터넷 생태계'로 바꾸어 놓을 것이다. 미래인터넷 생태계는 인류의 기술체계, 산업구조는 물론이고 인간의 삶과 사회, 그리고 국가 시스템을 포함하는 가장 큰 '생태권'으로 자리 잡으면서, 이른바 생태계의 생태계(Ecosystem of Ecosystems: EoE)로 발전할 것이기 때문이다.

여기서 중요한 것은 새로 출현할 디지털 생물권(digital biosphere) 안에서 대한민국의 미래 생존과 번영, 또는 소멸과 쇠퇴의 운명이 결정될 것이라는 점에 있다. 즉, 이 디지털 생태권을 겨냥하여 정부의 창조형 미래 IT 전략기조를 만들어가는 거버넌스 역량과 리더십 발현 여부에 따라, ATAN 생태계에서 먹이사슬의 정점에 자리 잡느냐 아니면 최하위 계층에서 먹히느냐가 좌우될 수 있다.

II. 만물지능통신 기반 · 초연결 네트워크의 발전 방향

1. ATAN 싱귤래리티의 발생 구도

인류 문명은 지금 진화의 단계를 뛰어넘어 싱귤래리티의 단계로 진입하고 있다. 수십만 년 동안 서서히 진행되어 오던 인류문명의 진화속도가 21세기 들어 더욱 빨라져 티핑을 뛰어넘어 싱귤래리티의 시작 단계로 접어들고 있다고 할 수 있다. 다수의 미래예측 전문가들은 향후 20~30년 안에 인류문명의 싱귤래리티가 본격적으로 전개될 가능성도 있다고 주장하기도 한다. 그 대표적인 미래학자인 2005년 레이 커즈와일이 주장한 싱귤래리티 개념에 따르면, 싱귤래리티는 지금까지 가지고 있던 인간의 사고수준을 뛰어넘는 새로운 가능성의 세계가 펼쳐짐을 의미한다. 싱귤래리티란 첨단 기술의 발전 속도가 감당할 수 없을 정도로 빨라지고, 그 영향력이 커서 비즈니스 모델부터 인간의 수명에 이르기까지 삶에 의미를 부여하는 모든 개념에 대한 거대변화가 일어나는 시점이다.

따라서, 싱귤래리티는 긍정적인 것만을 의미하지는 않는다. 양면적이다. 싱귤래리티를 비관적으로 말하면, 지구 상의 인간이 도저히 감당할 수 없는 엄청난 위기상황의 전개일 수도 있다. 인류가 갖고 있는 모든 지식을 모아도 해결할 수 없는 지적인 임계 수준을 뛰어넘는 문제에 직면하는 상황을 말한다.

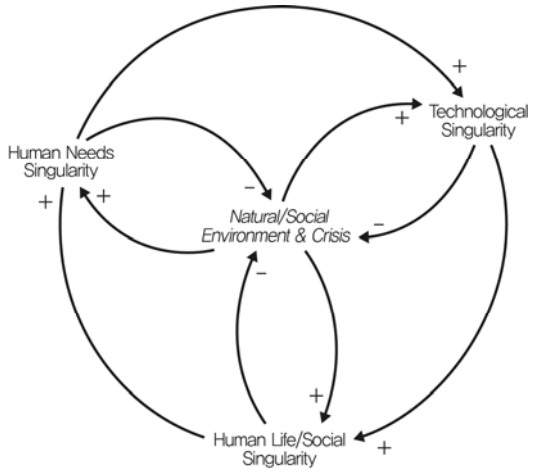
싱귤래리티를 낙관적으로 말하면, 인간이 도저히 상상할 수도 없었던 일들이 가능해지는 경우를 말한다. 예컨대 인간이 갖고 있는 기술로서는 불가능한 한계를 뛰어넘는 것이 가능해지는 것이 싱귤래리티다. 주목할 점은 현재의 기술발전 속도로 볼 때 수백 년 후에나 가능할 법한 일이 불과 몇십 년 안에 가능해지는 싱귤래리티의 시점이 급속하게 다가오고 있다는 사실이다. 특히 레이 커즈와일의 싱귤래리티 개념은 가속적으로 발전하던 과학 기술이 폭발적으로 도약함으로써, 인류가 생물학적으로 직면할 수밖에 없었던 한계를 뛰어넘고 이를 통해 새로운 문명을 창조한다는 강력한 비전을 제시하고 있다.

컴퓨팅 파워와 인공지능 기술의 획기적인 발전으로 싱귤래리티의 도래가 멀지 않았다는 점을 예시하는 구체적인 사례로는, IBM이 개발한 인공지능 컴퓨터 왓슨(Watson)이 TV 퀴즈쇼 제퍼디(Jeopardy)에서 인간 경쟁자를 물리치고 우승을 차지한 사건을 들 수 있다. IBM 회장인 지니 로메티(Ginny Rometty)는 왓슨의 사업화로 시스템 자체가 학습하는 '인지형 컴퓨팅(cognitive computing) 시대'의 도래를 예견한다. 인지형 컴퓨팅 기반은 이 세상에 존재하는 불투명함과 애매함을 해소하여 보다 똑똑한 지구(smarter planet)의 실현을

크게 앞당길 것으로 본다. 특히 인지형 컴퓨팅 시스템은 프런트 오피스의 전면에서 우리들의 일하는 방식, 생활 방식을 혁신하고, 빅테이터의 활용이 범용화되면서 데이터를 해석하는 업무 비중이 증대된다. 개인에 초점을 맞춘 개별화 의료나 원 투 원 마케팅(one to one marketing) 시대가 도래할 것으로 예상한다[3].

미래사회는 생물학적 · 사회적 진화에 따른 관성에 의해 인간의 삶이 전개되기보다는 테크놀로지가 가져다주는 싱귤래리티에 따라 삶이 더 크게 좌우될 수 있다. 그 이유는 20세기 말 특히 21세기에 들어와서 인간의 니즈 또한 끝없는 싱귤래리티를 추구하며, 이러한 니즈를 실현하기 위해 무수히 많은 과학 기술의 싱귤래리티가 가속화되고 있기 때문이다. 인공지능에 대한 인간의 니즈가 없다면 사람보다 똑똑한 왓슨을 만들고자 하는 기술이 등장할 수 없었으며, 인간이 건강 · 장수와 안심 · 안전에 대한 강력한 니즈에 대한 갈망이 없었다면 관련 혁신기술에 대한 투자도 상대적으로 줄어 들 수 밖에 없을 터이다.

(그림 2)에서는 인간의 니즈, 기술 그리고 인간생활 간에 발견될 수 있는 상호관계를 싱귤래리티 개념으로 연결하여 본 것이다. (그림 2)가 함축하고 있는 바와 같이, 결국 인간의 니즈가 지금까지 없었던 새로운 수준의



(그림 2) 휴먼 니즈–기술–휴먼 라이프의 싱귤래리티와 피드백 구조

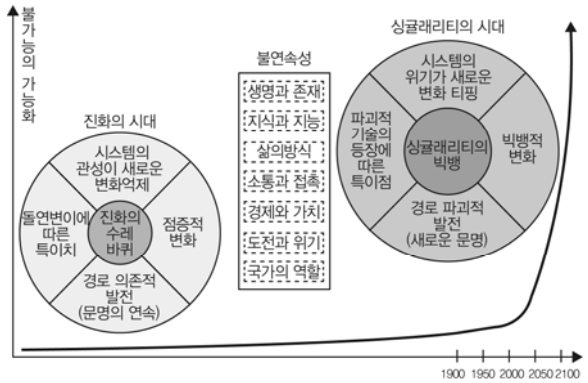
니즈로 표출되면, 수많은 연구자들의 기술개발을 통해 기술 분야의 싱귤래리티가 촉발된다. 그리고 이를 바탕으로 새로운 인간의 삶과 사회의 대변화가 싱귤래리티되며, 이는 또 다시 휴먼 니즈의 싱귤래리티를 유발시키는 가치사슬을 형성한다. 이러한 싱귤래리티의 역동성은 본질적으로 인간이 직면하는 환경의 변화와 한계, 그리고 거세게 밀려오는 위기에 의해서 자극된다.

우리가 사용하는 컴퓨터는 전자가 있고 없음을 0 또는 1, 즉 비트로 표현하는 이진법으로 계산을 실행한다. 마찬가지로 인간의 뇌세포도 똑같은 메커니즘이 작동된다. 현대의학에서 인간의 대뇌에는 약 300억 개의 뇌세포가 존재하는 것으로 본다. 뇌세포에는 시냅스라는 것이 있고, 이것이 붙었다 떨어졌다 하는 이진법을 통해 계산도 하고 생각을 한다. 문제는 머지않아 컴퓨터 칩 하나에 들어있는 트랜지스터 수가 뇌세포를 능가하는 날이 닥쳐 온다는 사실이다.

손정의 소프트뱅크 회장은 단순히 수학적으로는 2018년이면, 컴퓨터 칩 하나에 들어있는 트랜지스터의 수가 인간의 300억 개의 뇌세포를 초과할 것으로 단언한다[4]. 물론 인간의 뇌는 고도로 병렬적인 조직을 삼차원적으로 구축함으로써 엄청난 창조력을 발휘한다. 하지만 과학 기술도 삼차원 회로를 설계하는 방향으로 나아가고 있다.

결국은 컴퓨터와 인터넷 시스템이 인간의 생물적 한계를 초월하는 ATAN 싱귤래리티가 실현되고 있다는 것이다. 미래사회에서 선진 일류국가의 조건은 점진적인 진화론적 관점이 아니라 인간을 이롭게 하는 모든 영역에서 창조적인 싱귤래리티를 이루어내는 일이다.

(그림 3)은 진화의 시대와 싱귤래리티의 시대가 어떻게 다른지를 보여주고 있다. 진화의 시대와 싱귤래리티의 시대는 매우 불연속적이다. 진화의 시대에서 이루어졌던 인간의 삶의 방식은 싱귤래리티 시대의 삶과는 크게 다르며, 인간의 생명유지 활동과 존재 공간, 그리고 인간의 지식과 지적 활동도 진화의 시대와는 근본적으로 다르다. 인간과 인간, 인간과 사물 그리고 공간들 간



(그림 3) 진화의 시대에서 싱귤래리티의 시대로의 이행경로

의 소통 방식, 접촉 방식, 경제활동의 중심과 가치 창출, 인간이 직면한 도전과 위기, 그리고 국가와 같은 통치 기구들이 새로운 문명의 시대를 맞이할 채비를 서두르지 않으면 안 된다.

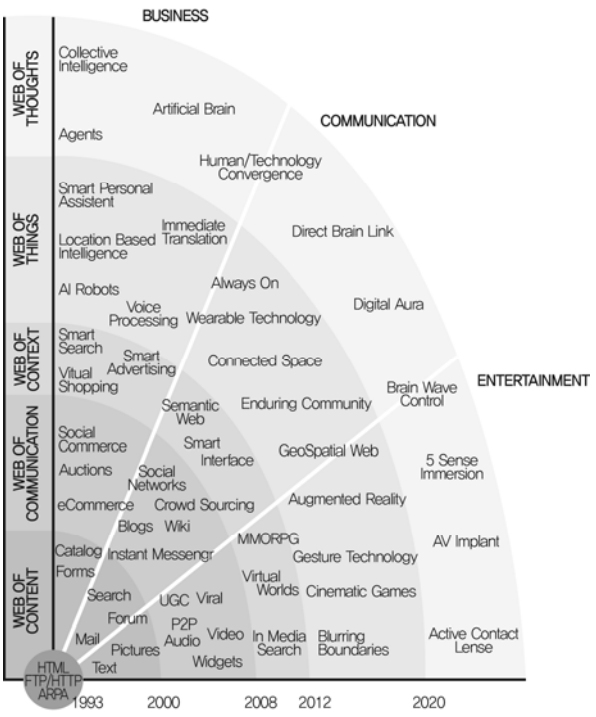
2. 만물지능웹으로의 무한진화 패러다임

2010년 당시 IBM의 최고경영자 새뮤얼 J. 팔미사노(Samuel J. Palmisano)는 수조 개의 디지털 기기로 연결된 사물 인터넷에 의해 실현되는 '스마트 시대'의 새벽이 밝아오고 있다고 선언한 바 있다. 그는 모든 시스템과 프로세스에 지능이 불어 넣어지고 사람을 포함하여 생활 속의 모든 기기들이 인터넷에 연결되는 사물 인터넷의 세계가 펼쳐진다고 주장한다. 그는 아울러 수조 개의 센서들이 전 세계의 모든 영역에 내장되어 세상 만물이 컴퓨팅 파워를 지닌다고 역설한 바 있다[5].

스웨덴의 세계적인 통신회사인 에릭슨(Ericsson)은 사물들의 소셜웹(Social Web of Things)을 통해 세상의 모든 사물들이 네트워크화되고, 사물들 간에 친구가 만들어지는 사회적 관계가 형성되면서, 인간의 삶과 비즈니스를 더 효율적이고 활기차게 해 줄 것이라고 주장한다. 에릭슨은 2020년경에는 인터넷에 연결되는 모바일 디바이스만 500억 개 이상이 될 것으로 본다. 스마트폰, 태블릿, 스마트TV, 스마트 가전, 스마트그리드, 내비게이션, 블랙박스, CCTV, 스마트 시계, 교통신호 등 생활 세계를 구성하는 무수한 사물이 네트워킹되어, 사물들이 보다 용이하고 편리하게 사회적으로 연결 관계를 맺도록 할 수 있다고 밝히고 있다[6].

사물들이 친구를 사귀고 다른 사물 친구들과 대화를 할 수 있다는 사물들의 소셜웹의 등장은 앞으로 ATAN 싱귤래리티가 어떻게 이루어질 것인가를 가늠하게 하는 중요한 개념이라고 할 수 있다. 무릇 도시 공간에는 다양한 인프라와 지형지물들이 편재되어 있으며, 사람, 사물, 공간 그리고 에너지가 이동한다. 이들을 정적 혹은 동적 모델로 모델화하여 위치 정보와 관계 맺기를 심화해 가면, 최적 통합관리와 제어가 가능하게 된다. 예컨대 도시의 사물을 지능화시키고, 도시 공간의 사물들이 인간과는 물론이고 사물들 간에 사회적 연결 관계를 형성하고 그러한 관계들의 모든 상황과 속성들이 실시간으로 초연결함으로써 최적 제어와 판단이 가능한 국면을 ATAN 싱귤래리티 상황으로 규정해 볼 수 있다.

(그림 4)는 웹이 지금까지 어떤 구도로 전개되어 왔으며, 앞으로 어떠한 방향으로 발전되어 나갈지를 잘 보여주고 있다. 1990년대의 웹은 단순히 메일과 검색을 위



(그림 4) 사물웹에서 생각웹으로의 무한확장 구도

한 일방적인 콘텐츠 중심 웹이었고, 2000년대 중반은 참여 · 개방 · 공유를 위한 대화형 소통의 웹으로 그리고 2010년대 현재는 스마트 환경의 콘텍스트(context) 웹으로 발전하고 있다.

한마디로 지금까지는 사람들 간의 정보소통을 획기적으로 실현한 'Internet of People(IoP)'이었고, 앞으로 웹은 'thing'들이 물리적 특성 혹은 논리적 온톨로지(ontology)를 만들어 인간의 삶 속으로 파고들 전망이다. 그리고 다시 thing들이 서로 조합하여 새로운 특성을 지닌 thing을 만들어 다양한 서비스 플랫폼을 창출하는 '사물웹(Web of Things)' 단계를 뛰어넘어 '생각의 웹(Web of Thoughts)'으로 도약한다. 생각웹 단계는 만물지능 IT의 정점의 단계라고도 할 수 있다. 사람과 사물, 그리고 사람과 사물들의 사회적 상호작용 관계 속에서 만들어진 세상의 모든 지식과 경험이 클라우드에 축적되며, 인공지능 두뇌의 등장, 인간과 기술의 융합, 두뇌와 두뇌의 직접적인 연결, 디지털 아우라(사물과 인간의 영기(靈氣)), 오감의 주입, 시각, 청각의 삽입 등이 실현된다.

지금까지 살펴본 바와 같이 ATAN 싱귤래리티는 '웹의 싱귤래리티(Singularity of Web)'라고 할 정도로 모든 사물과 사람의 연결 및 관계 형성(social networking)뿐만 아니라 웹을 기반으로 시공간과 상황에 따라 지능의 교환 및 활용 수준을 획기적으로 높이는 방향으로 발전하리라고 기대된다. "5,000일 후의 웹"이라는 글을 쓴 케빈 켈리(Kevin Kelly)도 일찍이 웹이 시맨틱 웹으로서의 'Web of Data'를 넘어서, 사물웹으로 진화해 나간다고 주장하였다[7].

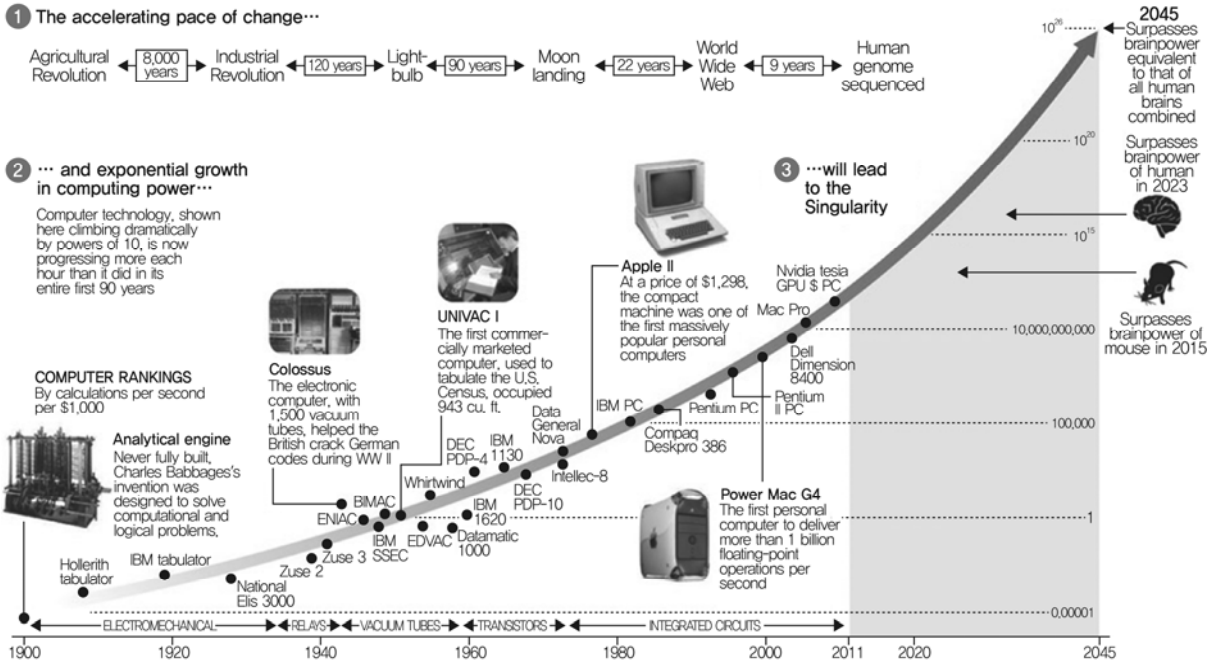
그에 의하면, 사물웹은 웹이 가상 세계를 벗어나 우리가 발 딛고 있는 물리적인 실제 세계에까지 확장되어 나가는 점을 언급하고, 세상에 존재하는 모든 사물들이 서로 연결되는 세상, 사이버 세상과 실제 세계가 통합되는 세상이라고 밝힌 바 있다. 사이버 세상의 모든 요소를 연결한 웹과 실제 세계의 모든 요소를 연결한 사물웹의 통합이 바로 웹의 싱귤래리티라고 할 수 있으며, ATAN 싱귤래리티와 그 궤를 같이 한다.

사물웹에서는 컴퓨터가 모든 사물들에 내장되어 스스로 자신의 위치와 상황정보(지능)을 다른 사물들에게 알려 주고, 다른 사물들로부터 상황정보를 받을 수도 있게 됨으로써 지금까지 불가능했던 많은 일들이 가능해진다. '웹의 싱귤래리티'는 웹이 가상 세계를 벗어나 현실 세계의 사물들과 연결되고, 현실 세계와 가상 세계가 동조화되어 통합되며 모든 사람과 사물들의 사회적 관계 속에서 과거, 현재, 미래의 상황이 의미론적으로 체계화되는 것을 말한다.

미국의 과학기술재단 보고서에서는 현실 세계의 모든 사물과 시스템에 사이버 시스템과 상호 소통하는 역량이 탑재되고, 양 시스템 간에 다이내믹하게 재조합되고 상황 의존도가 논아지는 물리 시스템과 사이버 시스템의 연계 시스템을 CPS(Cyber Physical System)라고 규정하고 있다[8]. 웹의 싱귤래리티는 결국 세상을 가장 이롭게 하고 인류의 당면과제를 해결하는 원동력인 '만물지능웹(All Things on Ambient Web)'의 구현이라고 할 수 있다.

(그림 5)는 여러 역사적 컴퓨터들을 시기별로 그래프에 나타내 추세선을 만든 것이다. 연산 성능의 증가세는 기하급수적이라서 시간이 지날수록 기울기가 증가한다. 컴퓨터 연산속도의 기하급수적 증가는 진화 과정에서 계산 능력이 기하급수적으로 증가하는 것을 양적으로 잘 보여주는 사례다. 20세기 초에는 천 달러로 1MIPS를 달성하는 데는 90년이 걸렸다. 그러나 현재는 천 달러로 1MIPS를 추가하는 데는 5시간이면 충분하다.

인간의 뇌를 모방하기 위해 필요한 초당 10^{16}회 연산 속도는 10년 안에 가능할 전망이고 컴퓨터가 곧 인간의 뇌세포의 기능을 초월할 것이라는 사실은 특정 시점을 확정할 수 없지만 분명히 현실이 되고 있다. 인간과 다른 생물의 뇌를 비교하면, 가령 인간과 침팬지의 뇌세포는 양적으로는 사실 큰 차이가 없다고 한다. 인간의 뇌세포는 300억 개, 침팬지는 80억 개, 꿀벌같은 곤충은 100만 개, 아메바는 1개라고 할 수 있다.



(그림 5) 브레인파워 관점과 ATAN 싱귤래리티 전개[9]

ATAN 싱귤래리티의 전개 방향에 대해 지금까지의 고찰을 통하여, 다음과 같은 단계로 전개될 것으로 정리해 볼 수 있다. ① 1단계: 사람과 사람 간의 초연결 단계(hyper-connection of people), ② 2단계: 사람과 사물 간의 초연결 단계(hyper-connection of people & things), ③ 3단계: 사람, 사물, 공간 간의 초연결 단계(hyper-connection of people, things & space), ④ 4단계: 사람, 사물, 공간, 시스템의 초연결 단계(hyper-connection of people, things, space & system) 등을 거치면서, 국가적 과제해결과 인류의 복지를 끌어올리는 역사상 최대의 지식정보혁명이 도래할 전망이다.

Ⅲ. 만물지능통신 기반 · 초연결 네트워크 국가 전략

1. 주요국의 미래인터넷/초연결 네트워크 전략

21세기에 들어와서 다가오는 ATAN 혁명을 선점하기 위해 선진 각국은 산 · 학 · 관의 역량을 결집하여 적극적으로 대처하고 있다. (그림 6)은 미국, EU, 일본의 미래인터넷 전략을 R&D, 테스트베드, 사회적 실증이라는 공통 요소로 재구성한 것이다.

인터넷의 종주국인 미국의 미래인터넷 연구개발은 FIND(Future Inter Net Design)/FIA(Future Internet Architecture) 프로그램을 중심으로 수행되고 있다. 기

(그림 6) 미국 · EU · 일본의 미래인터넷 대처 방향

존 기술의 연장선상이 아니라 이노베이션 창출을 위한 혁신적 접근(clean slate approach)을 지향하고 있다[10].

FIND(2006~2009년)에서는 현재의 인터넷의 한계를 극복할 새로운 수요에 부응한다는 관점에서 기본 설계를 디자인하고 있다. 한편 FIND의 성과를 계승한 FIA(2010~2013년)에서는 FIND 프로그램의 성과를 통합하여 인터넷 아키텍처를 설계하는 것을 공통목표로 4건의 프로젝트로 실증적인 연구를 진행하고 있다. 동 연구개발 프로젝트에는 MIT, UC 버클리, 조지아 공과대학, 스탠포드 대학 등이 참가하고 있다.

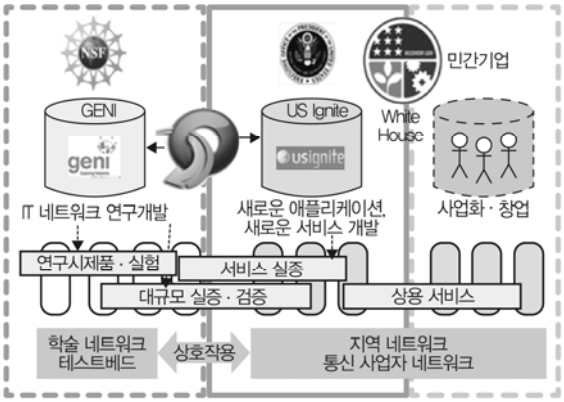
한편 GENI(Global Environment for Network Innovations)는 FIND/FIA 프로그램의 성과로서 21세기 인터넷을 디자인한다는 글로벌 차원의 테스트 베드이다. 미래인터넷 설계를 위한 네트워크 인프라의 초기 프레임워크를 구축한다. 동시에 다양한 미래인터넷 아키텍처를 실증하기 위해 5개의 실증연구망 구축을 병행적으로 실시함으로써 경쟁적인 설계 · 개발을 추진하고 있다. 특히 프로그램 가능한 노드의 프로토타입 개발과 테스트베드의 연계를 중시함과 동시에 전미 규모의 Meso-scale 테스트베드로 이행 중에 있다. GENI 프로그램에는 프린스턴 대학, 스탠포드 대학, 유타 대학, 듀크 대학, HP Labs 등이 주도적으로 참가하고 있다.

한편 GENI와 새로운 기가급 앱 서비스의 상용화를 목표로 하는 사회적 실증사업은 US Ignite가 있다. US Ignite는 백악관 과학기술정책국(Office of Science and Technology Policy: OSTP)과 미국 국립과학재단(NSF)이 협력하여 추진하는 관민 연계 이니셔티브(initiative)이다. US Ignite의 목적은 미국에 있어서 중요도가 높은 건강, 교육, 에너지, 고용창출 등을 위한 첨단 네트워크 인프라를 제공하되 주로 다음 3가지 기본정책을 지향한다.

첫째, GENI 환경하의 SDN(Software Defined Network)을 활용하여 새로운 인터넷 산업 육성에 따른 미국 경제 활성화를 지원한다. 주로 가상화 네트워크 기술 기반의 새로운 서비스와 애플리케이션의 창출과 사업화에 중점을 둔다. 둘째, SDN 기반의 클라우드를 핵심으로 하는 새로운 정보산업 및 신규 참가자를 창출한다. 이를 위해 커뮤니티 파워를 강화하고 재해 대책과 대응에 중점을 둠과 동시에 통신 사업자와 지역 네트워크 간의 경쟁과 협업 환경을 조성하고 참여를 장려한다. 셋째, 백악관은 애플리케이션과 서비스의 개발 실증, 벤처 지원을 담당하고 NSF는 GENI 기반의 연구 인프라를 정비하고 운용을 지원하는 등 역할 분담을 통해 추진체제를 강화한다.

US Ignite에서는 상기 정책을 수행하기 위한 인프라로서 100Mbps 혹은 기가급 초광대역 네트워크와 새로운 아키텍처, 프로토콜을 도입할 수 있는 프로그램이 가능하고, 또한 이들이 상호 영향을 미치지 않도록 하는 네트워크 테스트베드를 제공하는 데 있다. (그림 7)에서 보듯 미국은 미래 인터넷 연구개발 프로젝트인 FIND/FIA, 그 연구개발 성과의 실증연구망으로서의 GENI, 그리고 서비스와 애플리케이션을 개발하기 위한 US Ignite를 삼위일체로 추진하고 있다[11].

US Ignite는 2012~2014년까지 3년 동안 추진되며 2012년 4월에 인프라 정비 및 동년 5월에 프로젝트 개시와 함께 프로젝트 공모에 들어갔는데 최종적으로는 5~6건이 채택될 것으로 예상된다.



(그림 7) 미국의 GENI와 US Ignite 연계 앱 서비스 상용화 체제[12]

EU의 미래인터넷 연구개발 프로젝트로는 Future Networks가 있다. 동 프로젝트는 진흥 프로그램 FP7(2007~2013년)에서 장래의 네트워크에 관한 유망한 연구테마를 중심으로 펀딩을 실시하고 있다. 특히 ICT-Challenge 1.1로서 'Future Networks'를 중점적으로 다루고 있으며 노키아, SAP, 텔레포니카, Juniper Networks Ireland, NEC Europe 등이 참가하고 있다. EU의 실증연구망인 FIRE(Future Internet Research & Experiment)는 PC나 상용 노드를 베이스로 하는 네트워크 가상화 노드 개발, 유무선 통합네트워크 실현을 중시하고 있다. 2012년 10월 현재 FIRE Ⅱ 테스트베드 및 테스트베드상의 실험주도형 연구개발을 위해 다수 프로젝트가 실시 중에 있다. FIRE Ⅱ 테스트베드는 노키아, 알카텔 루슨트, 도이츠 텔레콤, 프랑스 텔레콤, BT 등을 주축으로 수행되고 있다.

또한 미래인터넷의 실증 프로그램인 FI-PPP(Future Internet-Public Private Partnership)는 FP7 ICT 프로젝트의 일환으로 3억 유로(약 5,000억 원)의 예산으로 2011년부터 5개년 계획으로 수행되고 있다. 관민 연계 프로그램으로 인터넷 기술의 연계 효과가 큰 교통 · 수송, 의료, 에너지 등의 공공 서비스 인프라와 업무 프로세스의 스마트화에 중점을 둔다. 미래인터넷 기술 · 시스템에 있어서 EU의 경쟁력 강화와 공공적 · 사회적 분야에 있어서 차세대 인터넷으로 보강된 애플리케이션의 출현을 지원하고 있다.

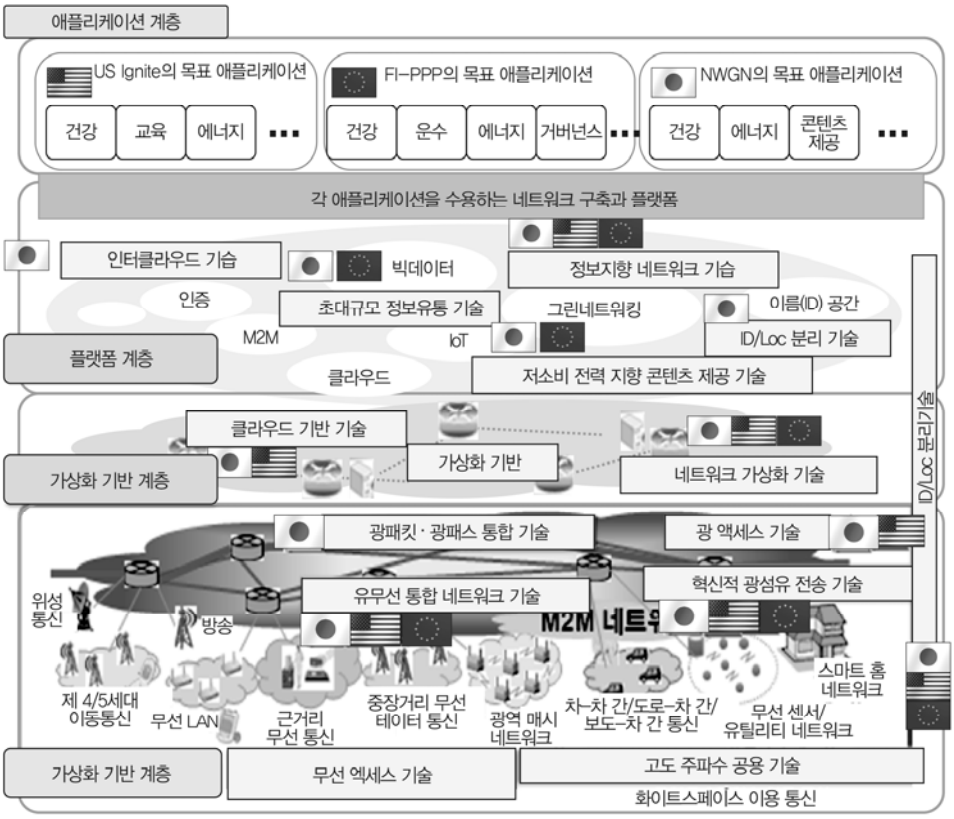
뿐만 아니라, 네트워크 · 통신 인프라, 단말, 소프트웨어, 서비스 및 미디어 기술에 관한 연구개발을 포함하는 산업생태계 활성화와 전체적인 접근(holistic approach)을 하고 있다. 이 과정에서 수요와 공급을 촉발시켜 연구의 전 주기에 걸쳐 초기 단계에서 이용자가 참여함으로써 실제이용에 있어서 실험과 검증을 병행하고 있다.

동 프로그램 중 차세대 인터넷의 핵심이 될 플랫폼으로서 'FI-WARE'의 설계 · 개발 · 탑재에 관한 프로젝트가 4,100만 유로의 예산으로 2011년 5월부터 3년 계획으로 실시되고 있다. 동 플랫폼의 구체적으로 기능으로 각종 서비스를 제공 · 관리하기 위한 컴퓨팅 · 축적 · 네트워크 자원을 제공하는 클라우드 호스팅과 방대한 데이터 스트림을 효과적으로 처리 · 분석하여 가치 있는 지식으로 정리하는 기능 등이 포함되어 있다. EU의 차세대 네트워크 사업에는 18개 학술기관을 포함한 158개의 조직 · 기업 그리고 23개국(EU외 2개국)이 참여하고 있다.

미국은 미래인터넷, EU는 장래 네트워크라는 프로젝트 용어를 선호한다. 이에 비해 일본은 신세대네트워크(NWGN)라는 개념으로 미래인터넷 연구개발 전략을 적극적으로 추진하고 있다. 동 프로젝트는 기존 인터넷의 결점을 극복하여, 2020년에는 글로벌 표준에 도전한다는 장기적 목표를 수립하고 있다. NWGN은 NICT(일본 정보통신연구기구)를 중심으로 위탁연구 · 공동연구 등을 병행하여 실행하고 있다. 2015년까지 JGN-X(Japan Gigabit Network eXtreme)를 신세대네트워크의 프로토타입으로 만든다는 공동목표 하에 NICT, NTT, KDDI, 도쿄 대학, 게이오 대학, 교토 대학, 칸사이 대학, NEC, 히타치, 후지쯔 등이 참가하고 있다.

NWGN 실증연구망인 JGN-X는 신세대네트워크 기술의 실현과 그 전개를 위한 새로운 테스트베드로서 2011년에 운용을 개시하였다. JGN-X는 시큐리티, 에너지 소비 등의 문제를 근본적으로 해결하는 NWGN 요소 기술을 동원하는 대규모 실증 네트워크이다. 특히 JGN-X는 물리계층(광섬유)으로부터, L2, L3의 접속을 제공할 뿐 아니라, 컴퓨팅 클러스터에 의한 서비스(애플리케이션) 레벨까지 통합시험 환경을 제공한다. 동 테스트베드에는 NTT, KDDI, 도쿄 대학, 아사히 방송, NEC, 후지쯔, 히타치 등이 참여하고 있다.

한편 NWGN과 JGN-X프로젝트의 성과를 사회에 적용하여, 실장(實裝)하는 ICT 스마트타운 구축 프로젝트에 대한 공모가 2012년 9월에 시작되었다. 동 프로젝트는 2015년까지 ICT 타운 구축 추진사업 등을 통해 선행모델을 확보할 계획이다. ICT 타운 구축사업에서는 다



(그림 8) 미국 · EU · 일본의 미래인터넷 전략 기반 네트워크 전체 구성[13]

양한 빅데이터를 처리하여 활용 가능하도록 함과 동시에 네트워크 가상화 기술을 활용하여 평상시 · 긴급 시 · 재해 시 방재 및 감재(減災) 가능한 복수의 ICT 자원 슬라이스 기반을 구축한다. 또한 스마트 타운에서는 NWGN을 활용한 이노베이션을 창출함으로써 지역 사회가 안고 있는 저출산 · 고령화 문제 등을 해결하고 경제 활성화에 기여를 목표로 하고 있다.

(그림 8)은 이상에서 고찰하여 본 미국과 EU 그리고 일본의 미래인터넷과 미래 네트워크 대응 전략을 계층 구조 형태로 재구성한 것이다. 물리 네트워크 계층은 공통적으로 광패킷 · 광패스 통합 기술과 유무선 네트워크 통합 기술 그리고 혁신적 광전송 기술이 코어망의 근간을 이룬다. 광액세스 기술, 무선 액섹스 기술, 고주파수 공용기술이 접속망의 핵심 기술이 될 전망이다.

미래인터넷 환경 하의 핵심 계층은 가상화 기반 계층이라고 할 수 있으며, 가상화 기반 클라우드 기술과 네트워크 가상화 기술이 양 축을 이룬다. 플랫폼 계층은 미국, EU, 일본 공통적으로 정보지향 네트워크 기술을 개발하고 있으며, 클라우드 기반 기술, 초대규모 정보유통 기술, 인터클라우드 기술, 저소비 지향 콘텐츠 전송 기술은 EU와 일본이 중점적으로 개발하고 있다.

애플리케이션 계층은 각각의 애플리케이션에 대응하는 형태로 네트워크를 구축하기 위한 플랫폼이 준비되고 있다. 미국의 US Ignite, EU의 FI-PPP, 일본의 NWGN에서 보듯 건강, 교육, 에너지, 교통 등을 중심으로 대처하고 있다.

2. 만물지능통신 기반 · 초연결 네트워크 국가 전략

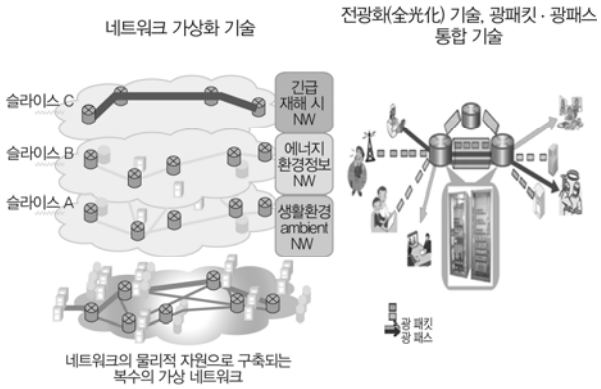
인터넷 세상은 문자 그대로 격동의 신세계다. 2020년

에는 50~60억 인터넷 인구와 90억의 모바일 가입자를 포용하는 인류 최대의 지구적 규모의 편재적 인프라(ubiquitous infra)로 진화할 것이다.

같은 맥락에서 2000년대는 사람 중심 인터넷, 2010년대는 사람과 사물의 연계 인터넷, 2020년대는 사람 · 사물 · 공간이 인공지능 기술을 기반으로 정교하게 맺어지는 환경적 지능 인터넷(ambient intelligence internet) 시대로 나아가면서 ATAN 패러다임은 새로운 디지털 생태계로 발전할 전망이다. 여기서 확실한 것은, 인터넷은 마치 살아 있는 디지털 생물처럼 끊임 없이 진화되어 갈 것이고 인류의 삶과 지구 환경은 미래인터넷 생태계에 더욱 의존할 수 밖에 없다는 사실이다. 그 환경적 지능인터넷의 실체는 IT 인프라, 전력 인프라 그리고 자동차 · 교통 인프라 간의 상호작용과 공진화를 통해 정전교(情電交) 융합 인프라의 모습을 띄게 될 것이다.

이러한 차세대 인터넷과 네트워크 시대를 대비하여 미국과 EU 그리고 일본은 2000년대 중반부터 대규모 R&D 그룹, 실증 테스트베드, 이들 성과와 기반을 활용하여 첨단 애플리케이션과 서비스의 사회적 접목을 연계하는 선순환 체제를 본격적으로 운용하고 있다.

동시에 이들 3개 국가 그룹은 사실상의 미래인터넷 아키텍처를 구성하는 핵심 기술로 네트워크 가상화 기술과 전광화(全光化) 기술과 광패스 · 광패킷 통합 기술에 집중적으로 투자하고 있다. (그림 9)는 미래 네트워크의 핵심 기술인 네트워크 가상화 기술과 전광화 기술 그리고 광패킷 · 광패스 통합 기술 구도를 보여 준다.



(그림 9) 미래 네트워크 인프라 구성 핵심 기술[14]

네트워크 가상화 기술은 물리적 네트워크상에 존재하는 네트워크 자원, 계산 자원, 기억 자원 등의 다양한 자원을 통합적으로 관리함으로써 실현하려 하는 네트워크 서비스 요구사항에 부응하여 통신 방식, 속도, 품질, 기능 등을 유연하게 설정하여 독립적인 가상 네트워크를 복수 구축하는 기술의 총칭이다. 여기서 중요한 것은 네트워크 가상화 기술은 앞으로 끊임 없이 발전하는 진화 기술이라는 점이다. 다시 말해서 가상화 기술을 발전시켜서 보다 고도의 가상 네트워크를 기반으로 향후 발생하는 사회적 요구를 수용한다. 예컨대 새로운 가상 네트워크를 구축할 수 있도록 함으로써 수십 년 후를 전망한 지속진화 가능한 네트워크의 구축 가능성을 확보하려 한다.

이러한 조건을 충족하기 위해서는 통신망 기능 설계의 확장성(scalability)을 높여, 센서 디바이스와 같은 단순 디바이스에서부터 고도의 능력을 가진 클라우드 서버군까지 수용할 수 있는 스마트 가상 노드 기술 확보와 실증 역량을 축적하는 것이 관건이다.

전광 네트워크 기술과 광패스 · 광패킷 통합 기술은 네트워크 노드에서 광신호를 전기신호로 변환하지 않고 광신호 그대로 스위칭함으로써, 정보 전송량의 증대에 따른 소비전력의 증대를 억제하는 전광화 기술이다. 무엇보다도 상기 기술은 무척 많이 발생하는 전송수요를 공용함으로써 수용하는 광패킷 교환과 초고품질 · 초저지연의 정보 전송 수요를 점유함으로써 수용하는 광패스 교환을 동일 네트워크상에서 공존하게 하는 대규모 정보 유통처리 기술이라고 할 수 있다. 또한 트래픽의 변화에 따라서 광패킷용 자원과 광패스용 자원의 할당을 역동적으로 제어하는 미래 네트워크 인프라의 핵심 기술이다.

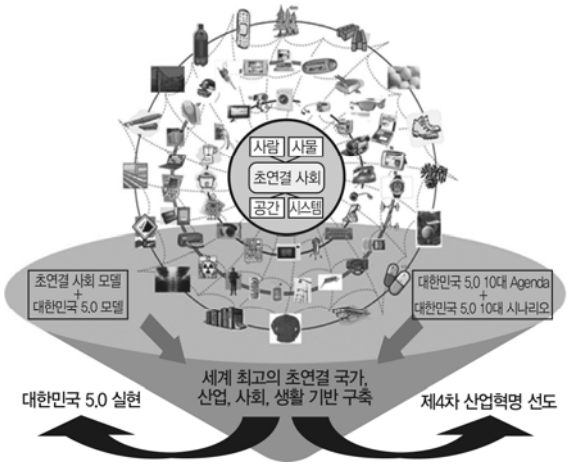
사람 · 사물 · 공간 그리고 시스템이 그물망처럼 엮어지는 초연결 사회 인프라로 정착되기 위해서는 이러한

기술획득과 동시에 평상시뿐만 아니라 비상시에도 견고하게 기능이 발휘되는 인심 · 안전한 인프라의 역량 확보의 중요성을 말할 나위도 없다.

지금까지의 논의를 바탕으로 미국, EU, 일본 등에 당당히 맞설 수 있는 우리의 미래인터넷과 차세대 네트워크 전략을 제안해 보기로 한다. 우리나라도 정부 관계부처 등이 공동으로 대한민국의 영원한 힘, IT KOREA 미래전략(2009. 9. 2), 인터넷 인구 50억 시대, 미래를 대비한 인터넷 발전계획(2011. 6. 29.) 등을 통해 세계 최고의 안전한 스마트 서비스를 제공하는 생태계를 전략적으로 조성하는 국가 네트워크 비전을 수립하고 있다. 그러나 미래인터넷 아키텍처 설계와 핵심 기술 추출, 동 핵심 기술을 실증하는 테스트베드 구축과 운용 그리고 미래 국가 과제 해결과 이노베이션을 위한 킬러 애플리케이션과 서비스 개발이라는 선진국 차원의 강력한 추진체제의 구축과 대규모 예산투입은 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

지금이라도 IT Korea의 강점과 우리나라 특유의 과감하고도 전격적인 대응을 통하여 세계 선도적인 IT R&D와 범정부 정보화 프로젝트를 성공시켜온 과거의 경험을 되살려 국가 IT 역량을 총동원하는 체제를 출범시킬 필요가 있다. 지구 차원의 디지털 문명 시대로의 선도적 도전을 위한 코드네임을 편의적으로 '디지털 5대양 프로젝트'로 명명하기로 한다.

요약하면, (그림 10)에서 보듯 우리나라를 세계에서 가장 먼저, 가장 최고의 미래인터넷 공화국 만들기에 도전하자는 것이다. 동 정책기조는 초연결혁명이라는 제4차 산업혁명의 선봉 국가 전략과 대한민국 5.0이라는 초일류국가 시스템 혁신을 수레의 두 바퀴로 삼는다. 제4차 산업혁명은 제1차 산업혁명인 기계혁명, 제2차 산업혁명인 에너지 · 교통혁명, 제3차 산업혁명인 정보혁명 그리고 제4차 산업혁명인 초연결혁명을 의미한다. 대한민국 5.0은 지난 50년간에 이룩한 발전과정을 농업화 1.0, 산업화 2.0, 정보화 3.0 그리고 현재의 스마트



(그림 10) 대한민국의 미래 네트워크 전략 '디지털 5대양 프로젝트' 구도

화를 4.0이라고 볼 때 다가오는 국가경영 전략을 '초연결화 5.0'으로 보고 퍼스트 무버로서의 도전적 접근이다.

'디지털 5대양 프로젝트'는 우리가 선경험한 미래 네트워크 전략과 선도적 혁신 시스템을 5대양을 건너 인터넷 인구 50억 시장으로 갖고 나가자는 것이다. 대한민국이 곧 10년 후 인터넷 초거인을 노리는 벤처주식회사가 되자는 취지의 동 프로젝트는 다음과 같은 플롯으로 구성된다.

첫째, 5,000만 국민과 1,500만 가정을 연결하는 기가급 유무선 인프라를 단계별로 세계 최초로 구축한다. 그 준거 틀은 20년 전 전국의 사무실과 가정에 메가급 멀티미디어를 전송하는 초고속 정보통신 기반 구축계획을 전격적으로 추진한 선경험에서 찾을 수 있다. 이번에도 미래인터넷 시대를 선도하는 디지털 국가 하부구조의 선제적 확보를 차세대 국가경영전략 차원에서 실행한다. 여기에 소요되는 수십조 원 규모의 투자비는 망중립성 논쟁을 일단 유보하고, 글로벌 미래 신수종 확보라는 거국적 관점에서 정부와 관련 사업자 간에 일종의 통치적 합의를 바탕으로 '디지털 대한민국 건설기금'을 마련하는 방안을 강구한다.

둘째, 기가급 유무선 인프라의 제1단계 전략은 전국

적으로 10개 정도의 기가(giga)종합특구에서 미래 글로벌 킬러 앱의 발굴과 연계하여 우선적으로 시행한다. 기가 특구의 지정 조건은 대한민국이 해당 분야의 선진 일류국가임을 보여주는 지표(대한민국 5.0)이자 인류의 공통과제 해결에 공헌할 수 있는 10대 아젠다를 세계 최고 수준으로 실현하겠다는 객관적 요소를 충족시켜야 한다. 예를 들면 환경 · 에너지, 복지와 고용, 교육, 의료, 안심 · 안전 등의 분야에서 기가 특구가 선정될 수 있다.

셋째, 10대 기가 특구의 시민에게는 각 미션 아젠다 수행에 최적화된 개인용 클라우드 태블릿을 공급함과 동시에 수십 기가급 대용량 전용 클라우드 공간(personal cloud box)을 미션 수행 서비스의 일환으로 제공한다. 특구 시민들은 미션 플랫폼 개발자의 입장에서 기본적인 리터러시(literacy) 교육을 받고, 마이 에이전트(my agent)를 통하여, 미래 시민으로서의 서비스 혜택을 누리도록 한다. 동시에 시스템의 개발자이면서 시스템의 최적화에 적극적으로 참여하는 임무도 부여된다. 마이 에이전트는 미래인터넷 환경하에서의 내 분신(parallel self)같은 존재가 될 것이다.

넷째, 한국형 미래인터넷 아키텍처의 핵심 기술 추출, 동 기술의 확보와 표준화를 위한 실증 테스트베드, 그리고 대한민국 5.0 실현을 전제로 국가과제 해결을 위한 킬러 앱과 서비스를 정교하게 연계하는 강력한 산 · 관 · 연 추진체제를 출범시켜야 한다.

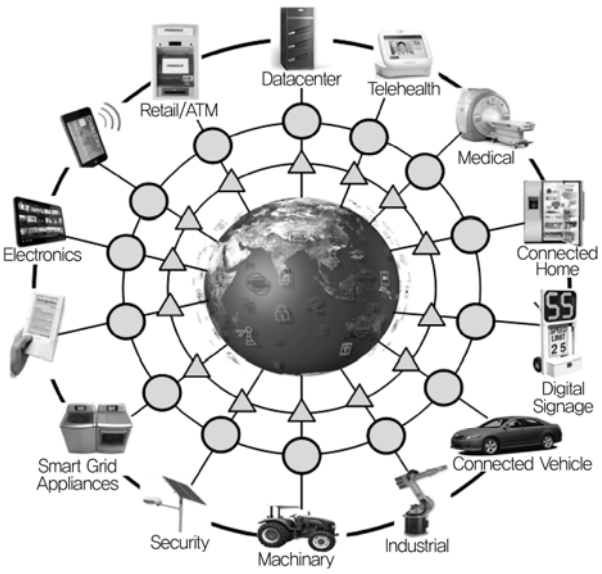
마지막으로 디지털 5대양 프로젝트를 추진할 강력한 범국가적 거버넌스 체제를 구축하는 것이 무엇보다도 우선과제다. 그 체제의 중심에는 5년 임기 동안 매월 프로젝트의 이행상황을 점검하고 독려하겠다는 최고 지도자의 신념이 반영되어야 한다. 한강의 기적이 우리나라를 20-50클럽으로 진입하게 한 원동력이었다면, 디지털 5대양 프로젝트는 대한민국을 50-50클럽으로 안내하는 단군 이래 최대의 대역사로 평가될 수 있도록 해야 한다.

Ⅳ. 총괄: 건강한 만물지능통신 기반 · 초연결 사회를 위하여

21세기 최초의 10년이 지나면서 SNS와 스마트 혁명으로 일찍이 인류가 경험하지 못한 사람 · 사물 · 공간 · 시스템이 초연결되는 국면으로 접어들고 있다. 에릭 슈미트 구글 회장은 "전자통신 분야는 세계적으로 격변하고 있다. 이 분야에서 제3의 물결이다. 그 물결의 선봉에 한국이 있다. 2009년 스마트폰이 처음 소개된 한국은 이젠 60% 이상의 사용자를 확보했다. 유 · 무선 인터넷의 보급 속도를 통틀어 유례없는 확장이다. 한국은 무선 인터넷의 일상화를 통해 언제 어디서든 '들고 다니는 인터넷'을 사용할 수 있는 경지에 이르렀다."고 웅변한다[15].

여기서 중요한 것은 우리나라는 5천년 역사상 처음으로 인류 신문명의 정중앙에 자리잡고 있다는 점이다. 새로운 인류문명의 선봉 국가는 그 만큼 예기치 않은 위험에 노출되는 구조적 취약성을 내포하고 있다. 그러나 가장 기본 정신은 기술은 사회를 만들고 동시에 사회는 기술을 만든다는 기술과 사회의 공동구성적(co-construction) 접근을 존중하는 일이다. 기술은 무한한 가능성의 신세계를 열어줌과 동시에 대량 관리 사회(mass surveillance society)의 가능성이라는 두 얼굴을 하고 있기 때문이다. 다시 말해서 제3의 전자통신 물결은 극적으로 포착하고 그 기회를 극대화하고 있는 우리나라는 인간과 기술의 건강한 복합체(human-technology complex)를 지향해야 한다는 중차대한 미션을 실행해야 한다.

20세기 중엽 이후 미국과 소련 간의 냉전이 심화되고 환경오염 문제의 심각성이 널리 알려지면서, 인간이 만든 기술 때문에 인류의 물론 지구 상의 모든 생물체가 절명할 수도 있다는 인식이 확산된 적이 있었다. 1972년 로마클럽이 발표한 '성장의 한계'이 엄청난 파장을 몰고 온 과거 사례가 웅변한다. 같은 맥락에서 인간이



(그림 11) 사람 · 사물 · 공간의 무한연결로서의 만물지능인터넷 이미지

만든 첨단 기술이 인간을 지배할 수도 있다는 생각도 설득력을 가질 수 있다. 자연, 사회, 인간 그리고 기술을 각각 독립적으로 다루어 학문적 접근도 새로운 인류의 공통가치 실현을 위해 적극적으로 재검토될 필요가 있다. 자연과학은 자연을 대상으로 하고, 사회과학은 자연과 분리된 사회를 다루고, 철학과 같은 인문학은 인간을 탐구하는 개별관점의 학문을 넘어 자연 · 인문 · 사회 · 기술이 서로 상호작용하는 융합적이고 통섭적인 접근이 요구되기 때문이다.

(그림 11)은 사람 · 사물 · 공간 그리고 시스템이 긴밀하게 상호작용하여 이들 간에 네트워크가 형성되어 서로에 양향을 미치는 만물지능통신 기반 · 초연결 시대를 이미지화한 것이다. 우리는 이러한 인간과 비인간의 연결체와 이들이 엮어내는 복합체의 건강한 미래를 위하여 진지하게 성찰하지 않으면 안 된다.[2)]

2) 만물지능통신 기반 초연결 IT 패러다임의 메가트렌드 및 구축전략 등에 대한 포괄적인 접근에 대해서는, 하원규 · 최문기, Super IT Korea 2020: 만물지능화 IT입국, 전자신문, 2009; 하원규 · 황성현, Super IT Korea 2030: 만물지능혁명국가 2030, 전자신문, 2011.을 각각 참고할 것.

용어해설

만물지능통신 기반 초연결(ATAN) 네트워킹 및 컴퓨팅의 대상을 사람 · 사물(기계) · 공간 그리고 시스템으로 확장한 미래 정보통신 생태계. 조(兆) 단위의 사물과 디바이스가 상시 발신하는 빅데이터를 네트워크를 매개로 활용하는 스마트 서비스가 실현됨.

싱귤래리티(Singularity) 기술이 인간의 생물학적 한계를 초월하는 시점을 물리학적 용어인 특이점에서 빌려 온 개념으로 본고에서는 기존의 패러다임을 뛰어넘는 새로운 지구 규모의 새로운 기술체계를 총칭함.

ATAN 싱귤래리티 사람과 사람의 소통 중심에서 사람–사물–공간 간의 소통이 끊김 없이 이루어지면서 기존 시스템이 혁신되는 티핑 포인트를 말함.

제4차 산업혁명 철과 증기의 물결, 즉 물질 제어 중심의 제1차 산업혁명, 전기와 자동차의 물결로서의 에너지 제어 중심의 제2차 산업혁명, 컴퓨터의 인터넷 물결로서의 정보제어 중심인 제3차 산업혁명이 비해, 물질 · 에너지 · 정보를 정교하게 제어하는 차세대 산업혁명

약어 정리

ATAN	All Tings on Ambient Network
CPS	Cyber Physical System
EoE	Ecosystem of Ecosystems
FP	Framework Program
FIND	Future Inter Net Design
FIA	Future Internet Architecture
FIRE	Future Internet Research & Experiment
FI-PPP	Future Internet-Public Private Partnership
GENI	Global Environment for Network Innovations
IoP	Internet of People
IoS	Internet of Space
IOT	Internet of Things
JGN-X	Japan Gigabit Network eXtreme
MIPS	Million Instructions Per Second
NICT	National Institute of Information and Communication Technology
OSTP	Office of Science and Technology Policy
WoT	Web of Thoughts

참고문헌

[1] 레이 커즈와일, 특이점이 온다(The Singularity is near), 김명남·장시형 옮김, 김영사, 2008.

[2] CIO, "다가올10년, 인류를 바꿀 10가지 기술," 2011. 7.

20. http://www.ciokorea.com/common/print/news/9621
[3] 日本経済新聞. http://ps.nikkei.co.jp/75/
[4] 소프트뱅크 신 30년 비전 제작위원회, 손정의 미래를 말하다, 정문주 옮김, 2010. pp. 50-58.
[5] IBM, "Welcome to the Decade of Smart,". http://www.ibm.com/smarterplanet/global/files/us__en_us__overview__decade_of_smart_011310.pdf
[6] Ericsson, "Ericsson at the 2012 International CES," Press Release, Jan. 3th, 2012.
[7] Kevin Kelly, "The Next 5,000 Days of the Web," TED, Dec. 2007. http://www.ted.com/talks/kevin_kelly_on_the_next_5_000_days_of_the_web.html
[8] National Science Foundation, "Cyber-Physical System Executive Summary," CPS Steering Group, 2008.
[9] TIME Magazine, "2045: The Year Man Become Immortal," Feb. 10th, 2011. http://www.time.com/
[10] 최민석, 하원규, "미래인터넷 연구 프로그램 국가간 비교: 네트워크 아키텍처 설계를 중심으로," 한국통신학회 하계종합학술대회, 한국통신학회, 2012. 6. 20.
[11] US Ignite. http://us-ignite.org/what-is-us-ignite/
[12] C. Elliott, "GENI: Exploring Networks of the Future," GENI Project , Apr. 19th, 2012.
[13] 일본총무성, 정보통신심의회자료 39-4-2.
[14] 일본총무성, 정보통신심의회·ICT기본전략위원회자료 8-3.
[15] 에릭 슈미트, "제3의 전자통신 물결'의 선봉에 선 한국," 조선일보, 2012. 2. 11.