

# 초연결 지능 플랫폼 기술

Hyper-connected Intelligent Platform Technology

권동승 (D.S. Kwon) 초연결원천연구본부 책임연구원  
황승구 (S.K. Hwang) 초연결통신연구소 책임연구원/소장

\* 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신·방송연구개발사업의 일환으로 수행하였음[B0101-16-0233, 스마트 네트워킹 핵심 기술 개발].

본고에서는 최근 이슈화된 인공지능, 산업 간 경계를 허물어 새로운 산업을 유발하는 제4차 산업혁명, 모든 사물을 연결시키는 초연결 사물인터넷 등을 실현하기 위한 미래 네트워크의 연구개발 동향과 전망을 소개하였다. 모든 사물과 사람들이 디지털 정보화되고, 그 초 대규모 연결 주체간 초 연결성과 그 연결로 생성되는 무한대의 지식정보 서비스가 중심이 되는 초연결 지식정보화 사회 실현을 위한 기술적 특징을 소개하였다. 미래의 초연결 지능정보사회에서 예상되는 초 대규모의 연결성, 정보의 홍수, 초연결에 따른 상호복잡도의 증가, 초연결로 인한 정보화 역기능 문제점과 기술 방향성을 정리하였다. 이 문제점을 해결하기 위한 새로운 초연결 지능 플랫폼의 개념, 참조 모델, 그리고 세부적인 기술적 문제점과 도전방향에 대해 설명하였다.



본 저작물은 공공누리 제4유형  
출처표시·상업적이용금지·변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

## 초연결 지능 인프라 특집

- I. 서론
- II. 미래 네트워크 동향 및 전망
- III. 초연결 지능 플랫폼
- IV. 결론

## 1. 서론

현재 우리가 살고 있는 세상은 어느 곳이나 연결되는 만큼 아주 빠르게 변하고 있다. 이처럼 연결된 세상에서는 사람들이 협력하고, 공유하고, 배우고, 모이고, 사업을 하고, 정보를 교환하는 방법 또한 빠르게 변할 것이다. 즉 이 연결된 세상이라는 트렌드가 가져온 가장 중요한 결과는 지구상의 모든 사람이 모든 지식에 보편적으로 접근할 수 있게 되었다는 점이다. 연결되고, 새로운 혁신과 개발을 하고, 세계의 문제를 해결할 수 있고, 새로운 상품과 해결책을 창조하고, 경제적 번영을 이루는 것이 가까운 미래에 등장할 연결된 세상에서 실현될 가능성이다. 미래에는 인터넷을 통해 서로 생각이 연결되고 스마트기기와 소통하는 초연결 상태는 대변혁을 일으킬 것이며 연결된 세상은 문명사회 역사상 가장 혁신적인 사건이 될 것이다. 또한, 역사적으로도 개인 혹은 집단이 연결됨으로써 인간의 인지능력은 급격한 발전을 이루었다. 따라서 미래에 지금보다 더 똑똑하고 빠르고 강하게 연결된다면 인류를 더 열린 대화와 활발한 상거래, 문화의 이해, 보다 풍요로운 세상으로 향하게 해줄 것이므로 이 지능적 초연결성은 모든 거래, 기술, 인간관계, 사업의 결속을 다지는 초 강력 접착제 역할을 할 것으로 예상된다[1].

미래의 인터넷은 사람들의 라이프스타일을 지배하고, 그들의 의식에 통합되어 상거래, 의료 서비스, 창의력, 커뮤니케이션에서 포괄적인 네트워크를 형성하게 될 것이다. 또한 모든 장소와 모든 사물에 인터넷이 내장되어 디지털 능력과 데이터로 현실을 증강하여 우리에게 주의를 기울이고 우리가 원하는 것을 파악하며 그것을 토대로 필요한 정보를 선별적으로 제공하는 직관적인 네트워크의 세계적인 시스템으로 발전할 것이다. 이를 위한 미래의 인터넷은 새로운 형태의 인공지능을 필요로 하며, 이 인공지능기반의 미래 인터넷은 인지 컴퓨팅을 토대로 등장할 것이다. 이 인지 컴퓨팅 기술은 네트워크

에 탑재되는 스마트 클라우드로 나타날 것이며, 모든 사물을 연결시키는 사물 인터넷에 추가되어 인간과 인공지능이 협업하는 연결된 미래 네트워크로 진화될 것이다. 즉 미래의 세상에서는 지능적이고 개방적이며, 안전을 보장하고, 수십 억명의 개인과 회사를 연결시키기 위한 초연결 미래 인터넷이 필요하다[2].

따라서 현재의 인터넷으로 연결된 세상에서 지금 우리가 당면하고 있는 혼란스러운 정도의 엄청난 변화는 새로운 현상은 아니고, 앞으로는 이러한 변화는 지식과 기술을 상호작용해 융합되면서 발전을 가속화시키는 디지털 기술을 촉매로 하여 더욱 빨라질 것이다. 미래의 인터넷으로 연결된 환경에서 디지털 기술은 인간과 기계의 경계, 생산자와 소비자의 경계, 물리적 세계와 디지털 세계의 경계를 와해시킴으로써 새로운 가능성과 새로운 경계를 만들 것으로 예상하고 있다[2].

현재 우리가 매일 사용하는 인터넷은 2005년경까지는 알고 있는 URL(Universal Resource Locator)을 브라우저에 입력하여 인터넷상에서 콘텐츠 발견 기능과 검색 엔진을 사용한 미지의 콘텐츠 발견 기능 등을 갖는 인터넷을 활용하는 전성기였다. 2010경까지는 초창기 상업적 디지털 시대로서 멀티미디어 콘텐츠, 관련 디지털 저작권, 인터넷을 통한 상품거래를 하는 전자상거래를 시작으로 소셜 미디어상의 개인사진 공유 등의 특징이 있었다. 그 이후에는 대중화된 스마트 모바일 기기로 개인 콘텐츠를 공유하는 상태에서 클라우드 전성기라고 할 수 있다. 즉 지금까지 인터넷은 연결성, 컴퓨팅, 소비 등에서 새로운 패러다임을 제공하는 기술혁신으로 역할을 수행하였다. 이 인터넷은 미래에서도 다가오는 전환 또한 인간 행동양식의 큰 변화와 더불어 비즈니스 생태계에 격변을 일으키는 기술 혁신의 역할을 하기 위해 혁신적 진화가 필요하다[3].

현재 우리는 지금 모든 사물과 모든 사람들에 대한 디지털 정보화와 연결되는 네트워크로 인해 인류의 삶을

크게 변화시키는 일대 전환기에 들어서고 있다. 미래에는 인간 활동의 많은 부분에 대한 자동화를 달성하고 효율성을 증가시키고, 중요한 의사결정뿐만 아니라 일상적 활동이나 절차도 신속하고 최적의 방법으로 수행할 수 있도록 인간의 지적 능력을 보완하고, 미래의 인간 행동 양식과 비즈니스 생태계에 격변을 제공할 수 있는 새로운 초연결 지능 플랫폼이 필요하다.

이 기고에서는 최근 이슈화되고 있는 인공지능, 산업 간 경계를 허물어 새로운 산업을 유발하는 제4차 산업혁명, 모든 사물을 연결시키는 초연결 사물인터넷 등을 실현하기 위한 미래 네트워크의 연구개발 동향과 전망을 소개하였다. 그리고 ICT 기술로 인한 산업 패러다임의 변화를 국가·사회·산업적 관점에서 분석하고, 미래의 초연결 지식정보화 사회 실현을 위한 기술적 특징과 그 특징을 실현하는 미래 네트워크로 초연결 지능 플랫폼 기술을 소개한다.

## II. 미래 네트워크 동향 및 전망

최근까지 미래 네트워크에 대한 연구개발은 현재 인터넷이 직면한 네트워크 자체에 대한 기술적 현안 이슈를 해결하기 위한 연구개발 활동이 진행되었으나, 실제 상용 네트워크에 적용되기 위한 연구개발로 진행되지 못했다. 그러나 인공지능의 등장, 4차 산업혁명을 위한 필요성, 네트워크 산업 보다는 폭증하는 정보를 활용하는 신 산업의 등장 등으로 최근 새로운 미래 네트워크에 대한 연구개발이 시작되고 있다. 여기서는 벨랩, NEC, 유럽의 5GPPP(5th Generation Public Private Partnership)에서 관련된 연구개발 현황을 서술하였다.

### 1. 벨랩[3]

벨랩은 모든 사물의 디지털화와 모든 사람과 사물에 대한 증강지능적 연결로 자동화 확대, 물리적 공간 및 인프라에 독립적인 가상화라는 기술적 변혁으로 새로운

비즈니스가 나타날 것으로 생각하고 있다. 즉 정보의 생성·전송·저장이 이루어지는 장소나 시간에 관계없이 신뢰할 수 있는 정보를 최소한의 시간으로 제공함으로써 장소에 대한 완전한 독립성, 임의의 프로세스·사람·사물 사이의 자동화된 연결성, 임의의 수요에 따른 규모 조정 능력을 갖춘 새로운 가상화 기업의 출현이다.

이를 위해 벨랩은 미래 네트워크의 핵심 기술 요소로 지능도 제공하는 새로운 클라우드 통합망, 사물인터넷, 증강지능 세 가지를 제시하였다.

새로운 네트워크 형성을 위한 기술혁명을 추진하는 원동력으로서 새로운 클라우드 통합망은 다음의 기술적 기능과 성능을 언급하였다.

- 가상화된 네트워크 기능, 성능 보장형 기업 서비스 및 웹 서비스를 최적의 처리율과 최소의 지연시간으로 경제적으로 제공하는 새로운 에지 클라우드
- 분산된 다양한 작업, 네트워크, 기기 등을 동적으로 연결하고 단-대-단 가상 네트워크 경로 또는 부분 경로를 형성하는 소프트웨어정의 방식의 단-대-단 네트워크 계층
- 코어 망, 광역 도시 망, 접속 망 계층 및 구조를 지속적 재구성이 가능한 새로운 초고용량 네트워크
- 사람, 장소, 사물 등을 동시 최적화 기능을 제공하는 융합형, 초 협대역, 초 광대역 접속 망 구조
- 출발지에서 목적지까지 필요한 정확한 용량을 제공하도록 모든 네트워크 자원을 추상화하고 활용 상황을 관리하는 네트워크 운영체제
- 장치나 서버와 같은 종단 기반, 경계선 기반, 네트워크 기반 보안 등 다양한 방식의 체계적 보안 방법론과 실시간으로 제로데이 공격들을 식별할 수 있는 자체 학습 능력을 갖춘 보안 장비

- 성능 목표로는 클라우드 연결 지연 시간의 극소화와 접속 용량의 극대화하기 위해 빛의 속도로 인한 지연(1000km당 30msec)를 제외한 주요 지연 원인은 네트워크 경유점 지연(대기 지연인 평균 1msec 이내인데 혼잡 시 수십 msec)이므로 네트워크 경유점 수를 최소화하고 가용 대역폭을 최대화 기술

미래의 사물인터넷 기술은 방대한 네트워크 연결되는 기기들을 통해 세상 만물을 디지털화하여 전통적 실물 인프라를 디지털 영역에 연결시키는 기술이라 하였다. 이 기술은 음성이든 텍스트이든 하나의 명령으로 전체 제조공정이나 서비스를 최적화하거나 자동화할 수도 있고, 어떠한 제품이라도 우버의 택배처럼 5분 이내에 지역별로 위치한 3D 프린터로 생산하여 배송할 수 있을 것으로 예상하였다. 이를 위한 필요 기능은 다음과 같다.

- 모든 디지털 사물의 현 위치를 파악하기 위하여 네트워크 정보를 이용하는 디지털 응용 프로그램과 서비스
- 에지 클라우드를 이용하여 모든 사람이나 사물에 대해 상황정보를 제공할 수 있는 실시간 스트리밍 데이터 플랫폼
- 데이터 절취에 관한 가장 진화된 보안 위협들을 탐지하여 무력화하기 위해 초 지역적 에지 클라우드를 이용하는 단-대-단 심층방어 보안 시스템
- 범 세계적/지역적 네트워크, 가상자원, 실물자원 등에 대한 원활한 서비스 보장 및 관리 기능을 갖춘 서비스의 신속한 생성을 지원하는 운영체제와 프로세스

세상 만물을 디지털화함으로써 그 기기들로부터 발생하는 데이터를 획득·분석하여 빅 데이터로 활용 가능

한 소량의 효율적 지식으로 변환시켜주는 소위 증강지능이 필요한 것으로 예상하였다. 인공지능의 ‘완벽한’ 지식 방법론과 빅 데이터의 상관관계만 파악하는 것은 ‘무 지식’ 방법론 사이의 차이를 증강지능이라는 새로운 방법론으로 해소하자고 하였다. 빅 데이터는 과거에 또는 최근에 어떤 일이 발생하였는지에 대해 알려주지만, 발생 원인이나 미래에 어떤 일이 발생할지에 대해 알려주지 않는다. 증강지능은 개인의 지능이나 지식을 보완하여 의사결정이나 지식획득을 보조하는 것을 목표로 한다. 따라서 증강지능은 ‘불완전한 지식’을 생성하기 위해 여러 개의 빅 데이터 집합에서 이용 가능한 데이터로부터 계산된 유사성에 기초하여 각각의 대답에 특정 확률이 부여되지만, 어떤 대답에 특정 확률을 부여할 수 없다. 그러므로 증강지능은 주어진 질문의 맥락에서 확률이 높은 대답들의 적용 가능성을 판단하기 위해 사람의 개입이 필연적으로 요구한다. 이러한 추론기반 시스템들은 프로세스의 자동화를 용이하게 하고 새로운 통신 및 협업 구조의 출현을 지원하는 잠재성을 보유하고, 관련 정보를 제공하며 새로운 상황정보의 발견을 보조하여 사람, 장소, 사물 사이에서 지식의 전달과 공유를 지원한다.

벨랩의 미래 네트워크에 대한 시사점은 다음과 같다.

- 물리 및 가상 공간상의 어떤 사물도 온 디맨드로 시공간을 초월하여 증강지능적으로 신뢰할 수 있는 비동기성 연결
- 그 연결로 고 신뢰의 충분한 소량의 정보를 증강지능적 생성
- 원격 의료, 공장 제어 등 실시간 원격 제어, 가상 혹은 증강현실 공간에서의 교육, 엔터테인먼트 등 서비스 제공 가능한 감각기능을 갖는 디지털 환경
- 미래 통신 플랫폼으로는 개인 통신, 매체 통신,

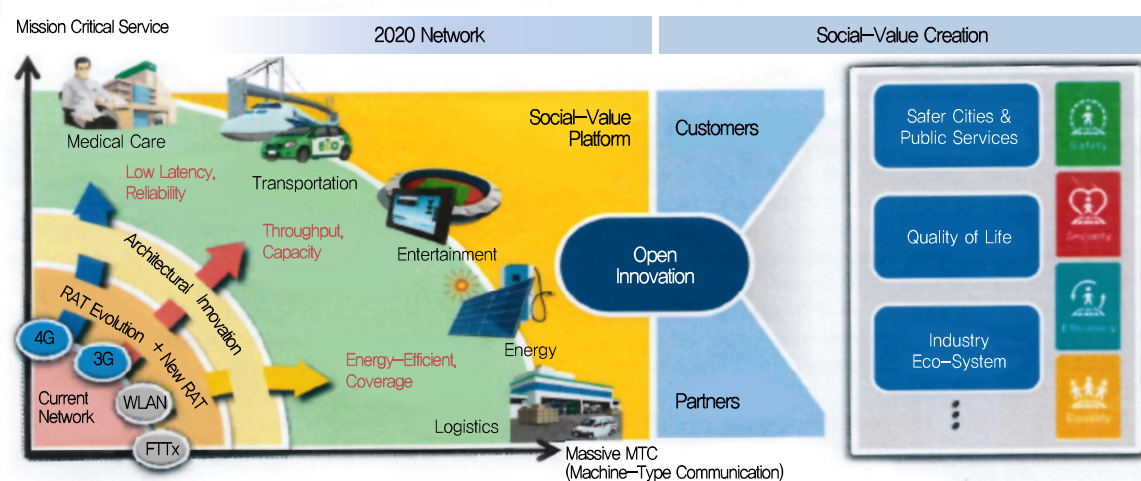


제어 통신을 모두 포함하는 메신저 기반의 통합 플랫폼과 지능형 로컬 에지 클라우드

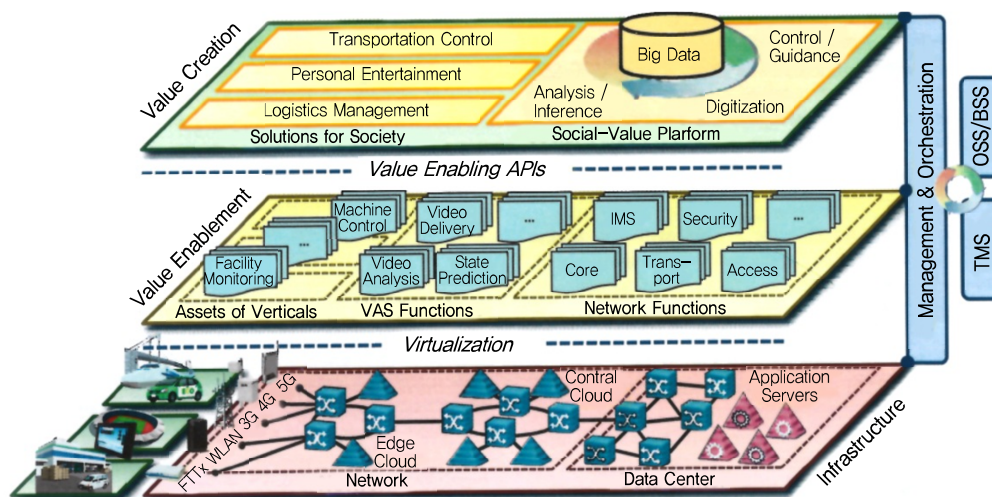
## 2. NEC[4]

NEC는 차세대 이동네트워크 혁신으로 진화된 ICT (Information and Communication Technology) 기술을 이용하여 글로벌 현안인 사회적 도전을 해결하여 지속 가능하고 더 풍요로운 미래를 창출하기 위해 ‘사회 해결 도구’를 개발하는 데 중점을 두고 있다. NEC는 효율적인 산업 인프라를 개발하여 경제 성장을 이루고, 사람들

이 풍요로운 삶을 즐기며 그들이 인간성과 창조성을 발휘하게 하는 지속 가능한 세계를 만드는 것을 목표로 한다. (그림 1)에 나타내었듯이 2020년경 미래 네트워크의 역할을 더 안전한 도시와 공공 서비스, 삶의 질, 산업 에코시스템 등 개방적 혁신으로 사회적 가치를 창출시킬 수 있는 사회적 가치 플랫폼이라고 하였다. 이 플랫폼은 의료, 운송, 엔터테인먼트, 에너지, 물류 등 기반 시설로 활용되기 위하여 저지연성과 신뢰, 수율과 용량, 에너지 효율과 커버리지 측면이 기존 네트워크보다 더 중요함을 언급하였다.



(그림 1) NEC의 2020 네트워크 비전[4]



(그림 2) NEC의 2020 네트워크 구조[4]

SDN(Software Defined Network)과 NFV(Network Virtualization Function)으로 가능해진 네트워크 가상화와 프로그래머빌리티 기능의 진화는 다양한 수직적 산업을 단일의 ICT 플랫폼 위에 운영되는 것을 가능하게 하였다. (그림 2)에 나타내었듯이 NEC의 2020 네트워크 구조는 유무선 네트워크와 데이터 센터라는 인프라 위에 가치구현과 가치 창출을 하는 가상화된 MANO(Management & Orchestration)로 구성된다. 가치 창출은 사회적 가치 플랫폼과 사회 해결도구로 구성된다. 여기서 MANO는 빅 데이터 분석으로 자기 학습과 예측을 하는 기능을 보유할 것이라 하였다.

NEC는 기존의 네트워크 역할이 정보의 정확하고 빠른 수집·전달 기능을 넘어서 글로벌 혹은 국가적 사회 현안 이슈를 해결하기 위한 플랫폼의 기능을 수행하기 위하여 미래의 네트워크 구조를 제안하였다.

### 3. ZTE[9]

ZTE는 2020년 이후에 완전 디지털 개방과 공유 경제를 위한 미래 비즈니스 모델을 만드는 다섯 가지 트렌드를 미래의 디지털 경제의 성장 동력인 M-ICT 2.0 전략으로 제시하였다. 여기서 M은 M은 man-to-man, man-to-machine, machine-to-machine과 mobile을 의미한다. 이 M-ICT 2.0 전략은 공유경제와 P2P (Peer-to-Peer) 네트워크의 어마어마한 사용, 그리고 클라우드 컴퓨팅 플랫폼과 서비스의 의존성으로 정의되는 디지털 경제에 동력을 제공하고 비즈니스 기회를 만드는 것을 도울 수 있도록 설계하였다.

ZTE의 5년뒤 비전과 프레임워크인 'M-ICT 2.0: VOICE for a digital future'이다. 여기서 VOICE는 다음을 의미한다.

- Virtually: Big video, VR/AR, virtual resource 등
- Openness: core philosophy of the digital era,

Open source ecosystem, sharing economy 등

- Intelligence: Big data, AI, ubiquitous intelligence 등
- Cloudification: cloud, pipe acceleration, fusion 등.
- internet of Everything: all connected, sensed, coordinated 등

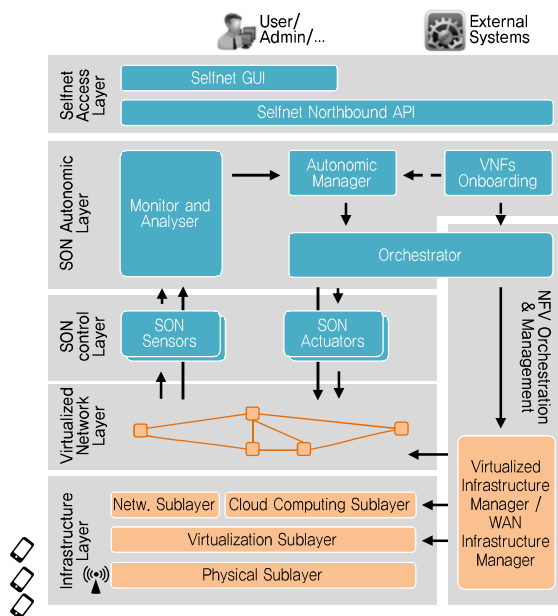
상기의 트렌드 중에서 파괴자이면서 주요한 동기 요인은 빅 데이터와 인공지능이다. 이들은 비즈니스 프로세스를 자동화시키고, 실시간의 self-healing, self-adjustment 그리고 변화되는 시장 조건에 대응하기 위해 사전 예방과 예측하는 능력을 제공하기 위한 지능이다. 빅 데이터는 매뉴얼 프로세스를 최소화시키도록 SW로 가능해진 기계학습과 더 많은 결정을 가능하게 한다.

ZTE는 자사의 VOICE 트렌드가 가장 크게 영향을 줄 분야로 스마트도시, 에너지와 교통 그리고 교육으로 제시하였다.

### 4. 5GPPP 프로젝트[5]

유럽에서는 2015년 7월부터 시작된 5G 프로젝트 중에서 미래 네트워크를 지향하는 프로젝트로 기계학습을 연구주제로 진행하는 CogNet(Building an Intelligent system of Insights and Actions for 5G network Management)와 SELFNET(Self-organized Network management in virtualized and Software Defined Network)을 소개하고자 한다.

CogNet 프로젝트는 인지 네트워크 관리, 네트워크 보안과 무결성, 가상 네트워크 플랫폼과 소프트웨어 네트워크에 기계학습을 적용하고자 한다. 현재는 이를 위해 use case와 시나리오 그리고 도전기술을 제시하였다. 도전 기술로는 빅 데이터 관리, 네트워크 관리, 네트워크 성능 하락 방지 기술, 에너지 효율 달성 기술, 네트워크



(그림 3) SELFNET 구조 개요[5]

크 보안 및 복구 기술, 네트워크 자원관리 기술이다.

SELFNET은 5G 네트워크에 향상된 self-organizing 기능을 제공하기 위하여 SDN, NFV, 네트워크 지능을 사용하여 비용 효율적인 실시간 5G 네트워크 관리 기술 개발을 위해 현재는 use case와 요구사항을 제시하였다. Use case로는 5G 네트워크의 self-optimization, self-healing, 그리고 self-protection에서 문제점을 제시하였다. (그림 3)에 나타내었듯이 SELFNET은 인프라

계층, 가상화된 네트워크 계층, SON(Self Organization Network) 제어 계층, SON 자동화 계층, SELFNET 액세스 계층과 NFV 오케스트레이션과 관리로 구성하였다.

### III. 초연결 지능 플랫폼

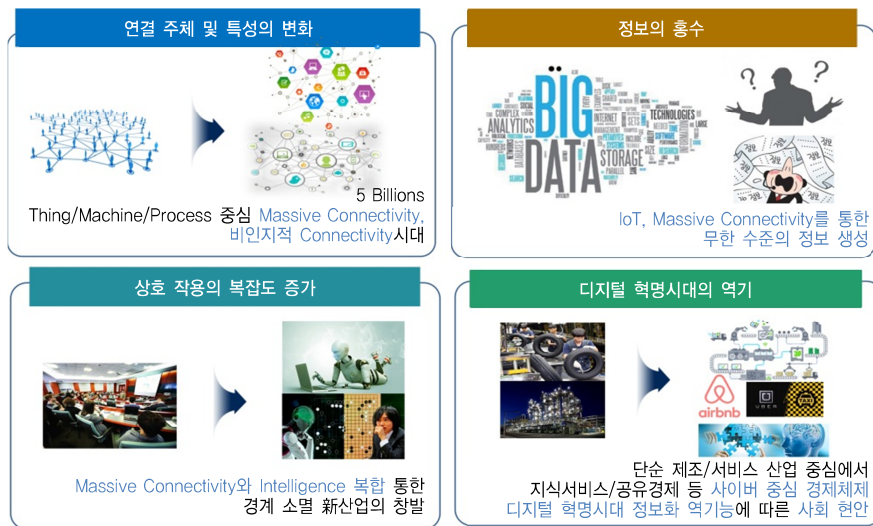
#### 1. 국가·사회·산업 환경 변화

우리나라는 시공간의 제약이 있는 오프라인 공간인 물리적 공간에서 의류, 섬유, 철강, 자동차 등을 중심으로 한 산업혁명을 통해 이룩한 산업사회를 이룩하였다. 그리고 2000년대부터 초고속 인터넷 서비스 도입으로 온라인의 가상공간에서 포털, 전자뱅킹, 전자상거래 등 ICT가 사회 전반에서 일반화된 서비스 혁신을 발생시키는 정보화혁명을 통해 초고속 정보화 사회를 이룩하였다. 미래에는 물리적 공간과 가상 공간상의 모든 것이 안전하고 똑똑하게 연결되는 스마트 공간에서 지능형 서비스를 사이버 공간에서 안전하게 제공하는 초연결 지능 정보기술을 바탕으로 한 지능혁명 즉 4차 산업혁명이 발생할 것으로 예상하고 있다[(그림 4) 참조].

이 4차 산업혁명은 산업 간 경계가 소멸되고 혁신적, 창의적인 새로운 산업이 창출시키는 초연결 지능정보사



(그림 4) 산업 패러다임의 변화



(그림 5) 초연결 지능정보사회의 특징

회를 근간으로 한다. 이 사회 실현을 위해서는 물리공간은 물론 가상공간의 사물까지 초 대규모의 연결 주체를 똑똑하고 안전하게 연결시키고, 그 사물에서 생성되는 무한 수준의 정보를 지능적으로 처리하고 안전하게 전달할 수 있는 새로운 초연결 지능 플랫폼이 필요하다. 즉, 4차 산업혁명과 더불어 예상되는 미래의 초연결 지능정보사회의 네 가지 특징을 해소하기 위한 초연결 지능 플랫폼의 주요 핵심 기술은 다음과 같다(그림 5) 참조].

- 5억개 이상의 사물, 기계, 프로세스 등 다양한 특징을 가진 초 대규모의 연결 주체 간 연결을 사람의 개입을 최소화하는 비인지적 연결 기술
- 초 대규모의 연결 주체가 생성하는 무한대의 정보 홍수 속에서 정보가 필요한 대상에게 최적의 스마트 정보를 실시간 수준으로 제공하는 기술
- 초 대규모의 연결성과 최근 이슈화된 지능의 화학적 결합으로 초 대규모의 연결 주체가 서로 긴밀하게 연결·상호작용을 통하여 신뢰할 수 있는 스마트 정보를 생성하여 기존 산업 간 경계를 허물고 새로운 산업을 창출시키기 위한

기술

- 미래에 모든 사물을 디지털화시킴으로써 현 단순 제조·서비스 중심의 경제 체제를 지식서비스 공유·자율경제 등 사이버 중심 경제체제로 변환시키는 디지털 혁명과 그 디지털 정보화 역기능으로 유발되는 사회 현안(프라이버시와 시큐리티)을 해결하는 기술[6]

## 2. 초연결 지능 플랫폼 기술

네트워크는 센서로 외부 신호를 감지 수집하여 소리 문자, 위치 등 정보를 전달하는 기본 기능에 현재는 디지털 기기 간 연결 및 동기화를 통해 정보의 단순 전달만 수행하는 상태이다. 즉, 현 네트워크는 속도와 용량 중심을 발전되어 왔고, 응용별 서비스 제공을 위해 수동으로 중앙집중식으로 제어하여 구성하고 있다. 한편 2010년대 미국, 유럽 등에서는 2000년부터 활성화된 초고속 인터넷 서비스의 확산에 따른 인터넷 문제를 해결하기 위해 새로운 미래 인터넷 기술에 대한 연구를 하였으나, 초연결 지능정보사회에서의 비인지적 연결 기술, 정보의 지능적 처리를 통한 스마트 정보 생성, 프라이버시와 시큐리티를 위한 신 기술 등에 대한 연구는 미

진하였다.

또한, 최근 10여년동안 스마트폰의 보편화에 따라 유무선 인프라를 보유하지 않은 구글 등 서비스 사업자는 언제 어디서나 사용자가 생성하는 정보를 가공하여 사용자가 필요로 하는 정보는 빅 데이터 처리하여 제공하고 있다. 최근에는 역시 유무선 네트워크 인프라는 물론 현물 자산도 실 소유하지 않는 에어비앤비, 우버 등 서비스 사업자는 응용 계층에서 각자 독자 서비스 플랫폼을 구축하여 일반인 자산을 활용하여 서비스 사업을 하는 새로운 공유·자율 경제를 주도하고 있다.

이러한 새로운 산업과 서비스를 기술적으로 수용하기 위한 미래 네트워크의 기술적 방향성은 다음과 같다

[1]에 의하면 미래 네트워크는 단순 연결성을 넘어 모든 장소와 모든 사물에 인터넷을 내장시키고 디지털 지능과 데이터로 현실을 증강시킴으로써 우리에게 주의를 기울이고 우리가 원하는 것을 파악하며 그것을 토대로 필요한 정보를 선별적으로 제공하는 직관적인 네트워크로 발전할 것으로 예측하였다.

또한, [7]에 의하면 인터넷은 여태까지 인간이 만든 도구 중 최고의 도구로서 우리의 삶 구석구석에 파고들 것이며, 우리가 하는 일들을 더 밀접하게 연결시킬 것이다. 미래에는 더욱 개인화된 인터넷이 등장하여 인터넷 응용프로그램들은 ‘당신 본연의 모습’을 더욱 잘 알게 될 것이고, 각자에게 맞는 맞춤형 리뷰와 정보를 제공할 것이다. 결국 미래 인터넷의 가장 큰 변화는 인터넷이 해석하고 추측하고 예측하는 법을 배우는 능력을 가지게 된다고 주장하였다.

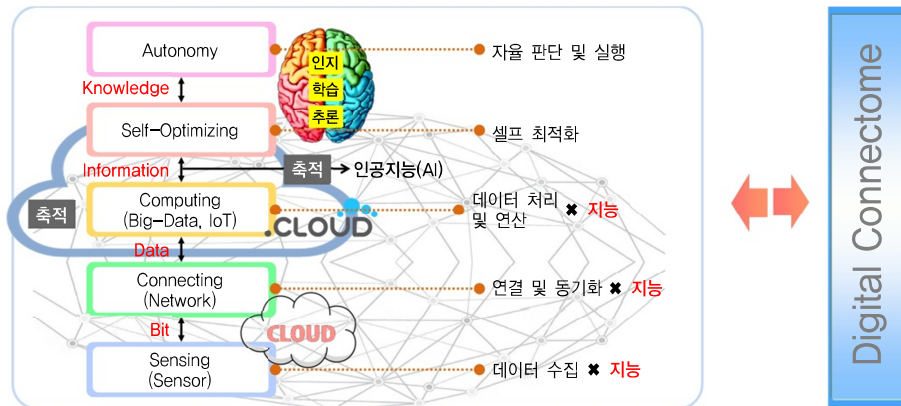
PA consulting[8]은 현재 지구상의 사물은 1%가 연결되었으나, 나머지 99%(사람, 사물, 지능 SW 에이전트)가 연결되면 인간의 뇌에 버금갈 복잡성을 가진 초연결성을 가지게 되며, 이 초연결로 나타나는 인터넷의 모든 연결을 통한 정보의 흐름 지도를 디지털 커넥톰이라고 하였다. 여기서 커넥톰은 뇌의 뉴런, 시냅스와 다른 요

소가 어떻게 연결되어 있는가를 보여주는 지도를 의미한다. 이 초연결성에 관련된 이슈로서 초연결로 인한 복잡도 관리, 폭증한 데이터의 처리, 지능적 혹은 신뢰할 만한 연결, 초연결로 확대된 사이버 공격으로부터 정보 보호 등을 언급하였다. 또한, 신뢰할 만한 의미 있는 정보는 어떻게 만들 것인가와 초연결로 인해 야기되는 개인화와 프라이버시에 대한 대책의 필요성도 언급하였다. 마지막으로 4차 산업혁명관련 이슈로서는 지적 가치가 더욱 중요해진 지적 재산 보호, 스마트 팩토리를 위한 새로운 산업 인터넷에서 센서 데이터를 획득하는 자동화된 서비스, 지역 처리와 실시간 산업 분석과 자율 주행 자동차를 위한 대책의 필요성도 제기하였다.

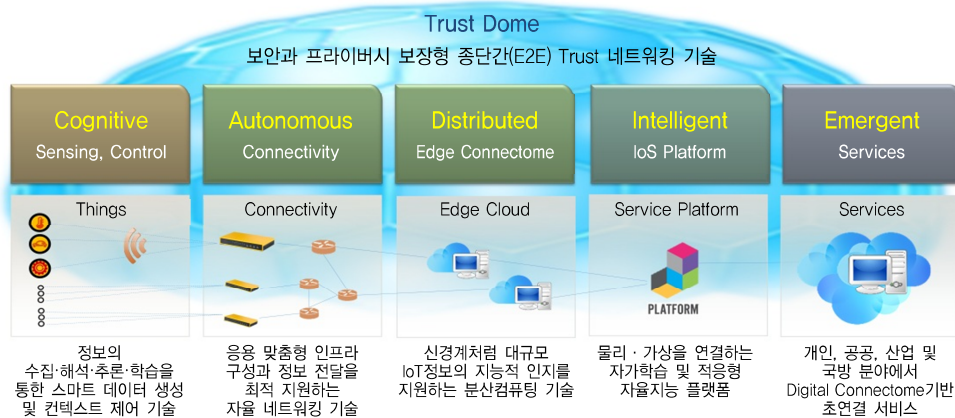
결론적으로 미래의 초연결 지능정보사회 실현을 위한 새로운 네트워크는 현재의 산업 간 경계를 허무는 공유·자율경제를 위한 플랫폼일 뿐만 아니라, 초 실감·초 지능 등 미래의 다양한 응용서비스를 제공하는 플랫폼을 포함하는 혁신적인 초연결 지능 플랫폼으로 발전될 필요가 있다. ETRI는 이 초연결 지능 플랫폼을 인간 뇌와 모든 신경 세포들이 촘촘이 상호 연결된 것처럼(커넥톰), 사람, 사물(공간, 생물, 정보, 비즈니스) 등이 서로 긴밀히 소통하고 상호작용하여, 창의적/파괴적 혁신이 창발되어 사회를 변혁시키는 것이라 정의하였고, 그 플랫폼을 디지털 커넥톰이라 명명하였다. 이 디지털 커넥톰을 개념적인 측면에서 전통적인 기본적인 정보통신기술 계층과 비교 설명하면 다음과 같다([그림 6] 참조).

- (센싱) 정보를 수집하는 센서의 기본 기능에 지능을 추가하여 수집된 비트를 의미있는 정보로 만들어 전달
- (연결) 단말에서 전달된 정보를 받아서 상위 단으로 전달하는 액세스 네트워크에는 기본적인 연결과 동기화 기능에 에지 단에서 컴퓨팅과 지능이 포함된 지능적 에지 컴퓨팅 기능을 추가하여 수많은 단말이 전송하는 정보를 네트워





(그림 6) 정보통신기술 계층과 디지털 커넥툼



(그림 7) 디지털 커넥툼 참조 모델

크 에지 단에서 지역적으로 의미 있는 정보로 처리하여 상위 단으로 전달하면서 단말에게도 실시간으로 필요한 정보를 제공

- (컴퓨팅) 네트워크 에지 단 클라우드에서 1차적으로 가공되어 전달받은 정보를 빅 데이터 처리 및 연산에 지능을 추가 적용하여 기계학습을 통해 가입자에 필요한 정보를 예측 전달하는 기능
- (자기 최적화 및 자율) 현재 네트워크 관리 계층에는 신규 서비스 도입, 망 부하, 장애 등 발생시에 관리자의 개입이 필요하다. 4차 산업혁명에서 신규 서비스의 용이한 도입, 망 부하, 장애 등에 선제적 대응을 하기 위해 네트워크

상태의 자가 진단, 자가 회복, 자가 구성을 위해서 자율 판단과 실행 그리고 자가 최적화하는 자율 네트워킹 기술

(그림 7)에 상기의 개념을 수용하는 디지털 커넥툼의 참조 모델을 나타내었다. 이 참조 모델은 인지 센싱과 제어, 자율 연결성, 분산 에지 커넥툼, 지능 IoT (Internet of Service) 플랫폼, Emergent service와 트러스트 돔으로 구성되며, 각 요소별 역할과 기능은 다음과 같다.

- (트러스트 돔) 종단 간 보안간 프라이버시를 보장하는 트러스트 네트워킹 기술

- (인지 센싱과 제어) 사물 혹은 사용자 단말에서 정보의 수집·해석·추론·학습을 통하여 스마트 데이터를 생성하고 컨텍스트에 맞추어 제어하는 기술
- (자율 연결성) 미래의 다양한 응용을 용이하게 효율적으로 대처하는 응용 맞춤형 인프라 구성과 정보 전달시 최적으로 네트워크를 구성하여 지원하는 자율 네트워킹 기술
- (분산 에지 커넥트) 모든 사물이 연결되는 초연결로 발생하는 대규모의 IoT 정보를 네트워크 액세스 단에서 지능적으로 인지·처리하는 분산 컴퓨팅 기술
- (지능 IoT 플랫폼) 물리 공간과 가상공간의 사물까지 초 연결됨으로 발생하는 정보를 처리하기 위해 자가학습 및 적응형 자율 지능을 갖는 플랫폼 기술
- (Emergent service) 상기 다섯 가지 기술을 기반으로 하는 디지털 커넥트를 바탕으로 개인, 공공, 산업 및 국방 분야에서 발생하는 미래의 초연결기반 서비스

디지털 커넥트를 실현하기 위해서 이슈와 도전 방향에 대해 <표 1>에 나타내었다. 트러스트 돔에서는 종단간 트러스트, 시큐리티, 프라이버시를 어떻게 보장할 것인가는 이슈에 대해 수많은 저가의 IoT 디바이스의 인증을 위한 초 분산 시그널링, 보이지 않는 시큐리티, 차별화된 프라이버시 등을 연구 방향으로 생각하고 있다. 인지 센싱과 제어에서는 실시간으로 빅 데이터의 의미를 인식하는 것과 수많은 이종 디바이스를 어떻게 제어 관리할 것인가라는 이슈에 대해 컨텍스트 컴퓨팅과 실시간 시맨틱 태깅 및 러닝 그리고 시공간 동기 기술을 연구방향으로 고려한다. 자율 연결성에서는 다양한 트래픽 및 응용 폭증에 따른 초 복잡도를 어떻게 처리할 것인가와 산업간 경계 소멸과 융합이 가속화됨에 따라

<표 1> 디지털 커넥트의 이슈 및 도전 방향

	이슈	도전 방향
Intelligent IoT Platform	• 산업 간 융합 가속화 • 데이터 중심 서비스 • 물리공간과 가상공간의 연계	• 개방형 협업 지식강화 플랫폼 • 자가학습, 의미강화 추론·예측, 지식공유 • 지능형 분산 자율제어
Distributed Edge Connectome	• 연결폭증에 의한 클라우드의 한계 • 초저지연, 광대역 요구 • 사용자 근접 상황인지 기반 응용 확대	• 동적 분산 클라우드 인프라 • Proximity Computing
Autonomous Connectivity	• 다양한 트래픽 및 응용 폭증에 따른 복잡도 • 산업간 경계 소멸, 융합 가속화	• 응용맞춤형 Vertical 정밀 전달 네트워킹 • 자율 오케스트레이션 • 정보 중심 네트워킹
Cognitive Sensing & Control	• 실시간성 빅데이터 의미 인식 • 수많은 이종 디바이스 제어, 관리	• 컨텍스트 컴퓨팅 • 실시간 시맨틱 태깅/러닝, 시공간 동기
Trust Dome	• 종단간 Trust, Security, Privacy	• 초분산 시그널링 • Invisible Security • Differential Privacy

미래 네트워크는 어떻게 대응할 것인가라는 이슈에 대해 응용별로 맞춤으로 수직 산업에 정보를 정밀 전달하는 네트워킹 기술, 네트워크 스스로 예측하여 선제 대응하는 자율 네트워킹 기술과 초연결로 생성되는 정보 중심으로 네트워킹하는 대안 기술을 고려하고 있다. 분산 에지 커넥트에서는 초연결로 인한 현 클라우드의 한계, 초 저지연과 광대역 서비스의 요구, 그리고 사용자 근접한 상황을 인지한 응용 서비스의 요청에 대해 동적으로 분산된 클라우드 인프라 기술과 근접 컴퓨팅을 고려하고 있다. 지능 IoT 플랫폼에서는 산업 간 융합의 가속화, 데이터 중심 서비스 그리고 물리공간과 가상공간의 밀결합으로 초래되는 신규 서비스를 어떻게 대처할 것인가에 대한 이슈에 대해 개방형으로 협업하며 지식이 강화된 플랫폼, 자가학습·의미강화 추론과 예측·지식 공유, 지능적으로 분산되어 자율 제어하는 기술을 도전방향으로 생각하고 있다.

#### IV. 결론

본고에서는 알파고 등장으로 상용화가 가속화되는 지

능, 산업 간 경계를 허무는 4차 산업혁명의 대두, 그리고 벨랩, NEC, 유럽의 5GPP에서 미래 네트워크에 대한 연구개발 동향을 살펴보았다.

미래의 초연결 지능정보사회에서 예상되는 초 대규모의 연결성, 정보의 홍수, 초연결에 따른 상호복잡도의 증가, 초연결로 인한 정보화 역기능 문제점과 기술 방향성을 정리하였다. 이 문제점을 해결하기 위한 새로운 초연결 지능 플랫폼의 개념, 참조 모델, 그리고 세부적인 기술적 문제점과 도전방향에 대해 설명하였다. 앞으로는 초연결 지능정보화 사회 실현을 위한 미래 네트워크로서 초연결 지능 플랫폼 기술을 확보하기 위한 노력이 필요하다.

## 약어 정리

5GPPP	5th Generation Public Private Partnership
ICT	Information and Communication Technology
IoS	Internet of Service
MANO	Management & Orchestration
NFV	Network Virtualization Function
P2P	Peer-to-Peer

SDN	Software Defined Network
SON	Self Organization Network
URL	Universal Resource Locator

## 참고문헌

- [1] 제임스 캔턴, “퓨처 스마트,” 비즈니스북스, 2016, pp. 43-59.
- [2] 딜로이트 안진회계법인 등, “경계의 종말,” 원앤원북스, 2016, pp. 17-35.
- [3] Marcus K. Weldon, “THE FUTURE X NETWORK-A Bell Labs Perspective,” CRC Press, 2016, pp. 43-59, 223-230.
- [4] NEC Corporation, “Network Evolution toward 2020 and Beyond,” NEC white paper 2015, pp. 1-10.
- [5] 김근영 외, “기계학습을 활용한 5G통신 동향,” 전자통신동향분석, 제31권 2호, 2016. 10, pp. 1-10.
- [6] 오진태, 김기영, “디지털 시큐리티 기술 동향,” 전자통신동향분석, 제31권 제5호 2016. 10, 2016, pp. 110-119.
- [7] J.M. Stibel, “구글 이후의 세계-Wired for Thought,” 웅진하우스, 2011, pp. 195-203.
- [8] PA consulting, “Introducing the Digital Connectome,” 2014, pp. 1-12.
- [9] ZTE, “M-ICT 2.0 Strategy: Powering the digital economy,” ZTE white paper, 2016, pp. 1-10.