

# 5G 이동통신 비전 및 추진 전략

김동구\*, 박애순\*\*, 강충구\*\*\*

\*연세대학교, \*\*한국전자통신연구원, \*\*\*고려대학교

## 요약

2020년대에는, 7조개의 스마트 디바이스의 급증, 70억의 인구, 새로운 고품질 매체에 대한 요구가 급증하면서, 새로운 이동통신 환경 및 비즈니스 모델의 변화에 대한 선제대응이 필요하고, 현재 셀룰라의 1000배의 용량, 사용자당 Gbps 서비스, 그리고 사용자당 1000분의 1의 에너지효율을 높이면서도, 사용자와 인터랙션과 감성을 만족시키는 서비스에 대한 선도적인 연구개발이 필요하다. 이를 통해서, 현재 이동 통신 사업자들의 투자 대비 수익 감소에 따른 불합리한 투자 및 수익 구조를 개선할 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 기술을 바탕으로 5G 이동통신 네트워크는 Early Adpater 시장뿐 아니라, 보편적 모바일 핵심 인프라기반으로 미래의 사회 문제를 해결하고 지식의 양극화를 적은 비용으로 해소할 수 있어야 하며, 또한 창조지식 국가 실현을 위한 성장엔진으로, 새로운 혁신 산업 및 지식산업의 생태계를 창조함으로써, 산업 육성 패러다임의 역할을 할 수 있어야 한다.

본 고에서는 이동통신 환경 및 서비스 변화를 예측하면서, 5G 이동통신에서 실현해야 할 이동통신 기술의 비전과 그 추진 전략에 대해서 살펴보고자 한다. 그 구체적인 추진 전략으로서 국가 정책 및 연구 개발 활성화 방안을 수립하고, 그 실행을 위한 민관 연합의 협력 기구인 5G 포럼의 구성과 역할에 대해서 살펴본다.

## I. 서론

2006년 세계 최초로 한국에서 상용화된 와이브로 기술은 정부와 한국전자통신연구원(ETRI), 삼성전자 등 민관이 합동으로 개발해 한국이 원천기술을 보유하고 있는 4세대 무선 광대역 인터넷 기술이다. 직교 주파수 분할 다중화(OFDMA), 다중안테나 기술 등 당시 주목 받고 있던 차세대 통신기술들이 와이브로 규격을 통해 세계 최초로 적용돼 4세대 이동통신 기술역량

과 특허를 축적할 수 있었으며, 이들 기술은 이후 LTE 표준 규격의 핵심으로 채택돼 한국 기업들이 LTE 표준과 시장을 주도할 수 있는 토대를 마련해 주었다.

또한, 와이브로의 세계 최초 상용화를 통한 4G 이동통신 시장 선점을 위한 노력은 글로벌 IT 시장에서의 입지를 확립하고 차세대 산업 육성 기반을 확보하기 위한 계기가 되었다. 한편, 이러한 광대역 이동 액세스 기술의 고도화는 스마트폰이 보편적 이동 데이터 단말로 자리 잡고, 개인화된 다양한 응용 서비스들이 개발되고 활용될 수 있는 환경을 제공하게 되었다. 3GPP 진영에서 기존 3G 네트워크와의 호환성을 앞 세우며 기존 사업자들의 결속을 다지면서 LTE 표준이 시장을 장악하게 되었으며, 4G 시장은 급속도로 LTE 중심으로 재편되었다. 결과적으로 새로운 세대의 이동통신 표준이 시장에서 성공하기 위해서는 차별화된 서비스를 제공할 수 있는 기술의 고도화뿐만 아니라, 사업자들의 요구사항을 만족시키면서 글로벌 시장 선점 효과를 극대화시킬 수 있는 시장 전략이 필요하다는 것을 확인할 수 있다.

스마트폰의 지속적인 보급과 다양한 응용 서비스에 의해 사용자 중심의 콘텐츠들이 유통되면서 트래픽은 지속적으로 폭증하고 있으며, 현재의 주파수 자원과 LTE 망의 용량이 수년 내에 포화될 수도 있다는 우려에 직면하고 있다. 또한, 현재 스마트폰 비구매자들을 5세대 시장에서는 끌어 들여들일수 있도록, 지금까지 경험하지 못했던 고품질의 매체를 수용할 수 있는 새로운 인프라의 필요성이 대두되고 있다. 이미 올해부터 신규가입자의 수가 현저이 줄어 드는 경향을 보고 있는 추세이며, 이통사들이 투자 및 수익 구조를 개선하기 위한 차세대 이동통신에 대한 비전이 수립되어야 하는 필요성에 대해서 전반적으로 공감대를 형성하게 되었다. 본 고에서는 이동통신 환경 및 서비스 변화를 예측하면서, 다음 세대에서 실현해야 할 이동통신 기술의 비전과 그 추진 전략에 대해서 살펴보고자 한다.

## II. 배경

### 1. 제2의 스마트 혁명과 초연결 시대 도래

스마트폰의 보급에 의해 통신 사업자 중심의 콘텐츠 공급 체계에서 개발자 및 사용자 중심으로의 스마트 혁명이 시작되었다. 2010년에 이미 전세계적으로 약 50억대의 스마트 디바이스가 보급되었으며, 2020년까지 10배 이상 증가하여 500억대의 스마트 디바이스가 보급될 것으로 예상된다. 이는 단순히 개인이 휴대하는 스마트폰, 태블릿, e-Book reader 뿐만 아니라 wearable 디바이스와 헬스케어 장치를 포함하며, 나아가 차량의 감시 및 운행 제어, 그리고 모든 스마트 가전 제품까지도 포함할 것이다. 그 예로, 현재 안경을 통해 인간의 눈을 대신하여 영상을 보고 기록하면서 스마트폰의 기능을 편리하게 구동할 수 있는 글래스폰이 출시되고 있다.

한편, 손목의 시계가 헬스케어 장치와의 인터페이스 역할을 함으로써 개인의 정보를 수집하고, 네트워크를 통해 사용자의 상태를 고도의 전문가 시스템과 연동하여 감시할 수 있는 지능형 허브 역할을 하게 된다. 이러한 모든 디바이스들이 무선으로 연결되고, 이를 통한 모바일 Big Data 서비스의 출현에 따라 모바일 트래픽이 1000배 이상 급증할 것으로 예상하고 있다. 이는 제2의 스마트 혁명을 예고하는 것이다. 이에 따라 모바일 인프라는 언제 어디서나 모든 디바이스가 연결되는 All-IP 기반의 초연결 네트워크로 진화하고, 단말의 다양한 기능과 사양 변화에 따라 새로운 시장이 확대될 것으로 본다. 1995년 Wired 잡지에서 스티브 잡스는 창조란 초연결이라고 정의할 정도로, 초연결을 통해서, 새로운 비즈니스 모델이 출현할 것을 예상된다.

초연결 모바일 네트워크는 소셜 네트워크의 발전에서 촉발되어 모든 것이 고도로 연결된 네트워크 사회의 인프라가 된다. 또한 1994년 생각의 속도에서 빌게이트는 앞으로 20년 뒤에 초연결과 생각의 속도로 운영되는 네트워크의 대해서 예견을 했다. 생각의 속도는 빛의 속도보다 더 빠른 속도라고 정의하고, 본 연구의 5G 네트워크의 비전은 생각의 속도로 지식을 전달하는 네트워크라고 정의해 본다. 이런 혁신적인 인프라를 통해 주변 사람 및 사물간의 지식 정보가 생성, 결합, 유통되어 새로운 가치가 창출되고, 이를 통해서 소통과 창의적 협업, 신규 일자리 창출로 이어질 것으로 예상된다.

### 2. 기가급 서비스의 출현

향후 3D에 이어서 초고선명(Ultra-High Definition: UHD) 영상, 홀로그램 영상 등이 요구되는 서비스(의료, 게임 등)들이

요구가 높아질 것으로 예상되며, 모바일 디바이스에서도 이를 수용하기 위해 기가급 용량의 고속 무선화가 이루어져야 하며, 이로 인한 모바일 트래픽 빅뱅이 유발될 것이다. 이러한 미래 시장 변화에 대비하여 기가급 용량의 고성능 미래이동통신 기술 개발이 촉진되어야 하고 인프라 확충이 필요하다.

### 3. 선진 복지 인프라 요구

대다수 국민이 공평하게 접근할 수 있는 보편적이고 저렴한 서비스를 제공할 수 있는 네트워크 인프라가 필요하고, 이를 통해 복지 사각지대를 해소해야 한다. 현재 대부분의 정보 소외 계층이 형성되는 이유는 높은 요금에 기인한다. 향후 정보에 대한 의존도가 높아지면서 데이터 사용량이 급증할 것이고, 이에 따라 계층간 격차는 더욱 커질 것이다. 따라서, 데이터 사용량이 늘어나더라도 요금 부담이 크지 않은 효율적인 네트워크 및 서비스 구조를 통해 통신 비용을 절감할 수 있어야 한다. 또한, 이러한 보편적 모바일 핵심 인프라를 통해 사회 문제를 해결하고 양극화를 해소할 수 있는 선진 복지 플랫폼이 만들어져야 한다. 예를 들어서, 잉여 바이트들을 지식 복지를 위해서, 소외계층에 무료로 제공하는 선진 지식 인프라를 생각해 볼 수 있다.

### 4. 불합리한 투자/수익 구조 극복

현재 스마트 기기의 증가에 따라 급증하는 트래픽 처리를 위해 통신 사업자의 CAPEX가 증가하면서 투자비 부담이 늘어나고 반면, 수익은 감소하는 추세이다. 특히, OTT 사업자들이 출현하면서 이와 같이 불합리한 투자 및 수익 구조가 더욱 악화되고 있다. 이러한 구조에서 탈피하기 위한 새로운 사업 모델이 발굴되어야 하고, 또한 변혁적 네트워크 및 서비스 구조에 의해 해결 방안이 모색되어야 한다. 또한, 기술적 해결 방안을 저해할 수 있는 정책적 요소들을 사전에 정비하여 균형 있는 투자와 수익 구조를 정립해야 한다.

### 5. 창조경제 기반의 신성장 동력원 확보

현재 스마트폰 생산 규모 면에서 세계 1위에 올라왔지만, 시장 경쟁이 치열해지고 시장이 포화 상태에 접어들면서 국내 수출 기반이 한계에 도달할 수 있다. 이를 돌파하기 위한 First Mover 전략을 통해서 이동통신 기술의 고도화하고, 창조경제 기반의 새로운 국가 산업을 육성시킬 수 있는 성장 동력원으로 인프라 구축과 관련 산업 기반을 확보해야 한다.

### Ⅲ. 5G 이동통신의 개념 및 서비스

1세대 아날로그 이동통신의 경우에는 국내의 기술 기반이 전무하였기에 모든 장비의 완전 도입으로 시작되었던 반면, 디지털 방식으로 전환하면서 정부 주도로 동기식 CDMA 방식을 직접 개발하여 상용화까지 전개되었다. 이를 통해 아날로그 이동통신 시스템의 용량을 획기적으로 증대하고 음성 품질을 향상하였으며, 또한 음성 통화 이외에 문자메시지(SMS) 서비스 등이 제공되었다. 또한, 1세대 대비하여 단말기의 크기가 1/8 수준으로 작아지고, 요금이 저렴해지면서 소비자들의 욕구를 충족시킬 수 있게 되었다. 이와 같은 정부 주도의 혁신적 기술 개발과 새로운 시장 창출이 맞아 떨어지면서 2세대 이동통신은 통신 산업의 새로운 전기를 마련했다고 볼 수 있다. 한편, 3세대 이동통신은 비음성 데이터 전송과 영상 전화를 새로운 서비스로 보고, 이를 지원할 수 있는 고속의 무선 전송률을 지원하는데 초점을 맞추었으며, 이러한 노력은 이동통신 사업자들에 주도적으로 이루어졌다고 볼 수 있다. 이때, ITU-R에서 IMT-2000을 정의하면서 글로벌 표준화를 위한 노력이 결집되었으며, 3GPP의 UMTS (W-CDMA, TD-SCDMA 등), 3GPP2의 CDMA2000, IEEE 802.16 규격 기반의 IP-OFDMA (WiBro) 규격 등이 표준화되었다. 한편, 4세대 이동통신은 All-IP화와 수백Mbps급의 고속 전송을 통해 진정한 의미의 광대역 이동 액세스를 실현하고자 하였으며, 이동 인터넷 시장의 가능성을 예측한 제조업체들이 주도하여 만들어진 시장이라고 볼 수 있다. 삼성전자와 인텔의 경우에 Mobile WiMAX 규격으로 기술 개발을 주도하였으며, 국내에서 세계 최초로 상용화를 성공했다.

이와 같이 이동통신 발전의 축에서 각 세대 별로 기술 및 시장 개발의 주체가 조금씩 달라졌으며, 이 과정에서 서비스 공급 구조와 시장 경쟁 환경이 보다 복잡하게 변화하고 있다. 이러한 변화의 핵심은 사용자 중심의 서비스 진화와 개방형 생태계로의 변화이다. 또한, 새로운 세대로의 전환을 위해서는 전송 속도 면에서 기술적인 혁신이 요구되며, 또한 이를 이끌고 나갈 새로운 서비스 요구가 제시되어야 한다. 이러한 발전 및 진화의 축은 사용자 주도적인 시장에서 출발하며, 이 새로운 도전에 대응하기 위해서는 새로운 국가 R&D 정책 및 시장 전략이 구사되어야 할 것이다. 사용자 중심의 서비스 진화와 개방형 생태계를 수용하는 인프라의 발전을 추구하는 5세대 이동통신은 더 이상 정부, 사업자, 또는 제조업체에 의해 주도될 수 있는 것이 아니라, 사용자를 중심으로 모든 것이 열려 있는 사용자 주도의 시장이 될 것이다. 따라서, 기술 개발과 국가 정책, 그리고 국제 협력이 이러한 변화에 조화롭게 대응할 수 있어야 할 것이다.

사용자 중심의 서비스와 개방형 생태계로의 진화 측면에서 볼

때 5G는 사용자가 필요한 네트워크의 용량(N), 사용자를 이해하는 서비스(CP, 콘텐츠와 플랫폼), 그리고 사용자를 대신하는 단말기(D)를 제공하고자 한다. 즉, 5G 네트워크에서는 언제 어디서나 사용자가 필요로 하는 용량과 품질을 제공할 수 있어야 하며, 이를 위한 단말 및 개인 중심의 네트워크가 가능하다. 예를 들어, 사용자가 용량이 제공되는 네트워크를 찾아서 선택하여 접속하는 것과 달리, 개인이 필요할 때 언제 어디서든지 원하는 품질의 커버리지를 제공할 수 있는 “나를 따라 다니는 네트워크”가 제공된다. 또한 단말간에 직접 통신이 가능한 자율적인 망 구축을 통해 필요한 정보를 효율적으로 공유할 수 있다. 한편, 사용자는 자신의 필요에 의해 원하는 서비스와 콘텐츠를 찾아서 이용하는 것과 달리, 사용자의 상황을 인지하여 필요한 서비스를 제공하고, 이때 지식 클라우드 서비스를 통해 사용자가 필요로 하는 정보를 분석하여 상황에 맞게 전달해주게 된다. 또한, 의료, 법률, 교육 등의 전문 정보가 지식 서버(knowledge server)를 통해 체계화되고, 이 지식 정보를 사용자가 원할 때 언제 어디서든지 온라인을 통해 전달되는 지식 통신 서비스가 제공된다. 즉, 5G의 플랫폼과 콘텐츠는 나의 상황을 인지하여 내가 필요한 정보를 알아서 제공하는 “나를 이해하는 서비스”를 제공한다. 또한, 단말의 관점에서는 현재 스마트폰이 구현하고 있는 기능 중심의 디바이스에서 탈피하여 사용자의 상황과 감성을 인지하여 필요한 기능을 알아서 구동해주는 “나를 대신하는 단말”이 사용될 것이다. 또한, 이러한 5G 단말은 홀로그램 및 고선명 디스플레이의 기반으로 고품질의 콘텐츠 제공기능뿐 아니라, 실감나는 미디어 플레이어로서 사용자의 물리적인 변화를 통한 서비스를 제공하여서, 기존의 스마트폰의 편리성을 뛰어넘는, 사용자와 공감하고, 사용자를 대신하는 혁신적인 단말의 개발이 예상되고 있다. 5G의 개념을 Content, Platform, Network, Device (CPND) 관점에서 4G와 대비해서 풀어 비교하면 <그림 1>과 같다.

한편 지식 사회의 기간 인프라로서 5G는 단순한 네트워크 중심의 통신 서비스 차원을 넘어서 CPND에 걸쳐 다양한 기술적 특성을 갖게 된다. 서비스 측면에서는 초연결 인프라와 실감형 디스플레이, 그리고 지능형 제어가 결합된 기기급 멀티미디어 콘텐츠 기반의 개인화된 지식 응용 서비스를 실현할 것이며, 이를 위한 분산 모바일 클라우드, 지식 기반 상황인지, 모바일 CDN (contents distribution network), 바이오 센서 및 원격 진료 기술 등이 응집될 것이다. 한편, 다양한 센서를 통해 상황인식이 가능하고 지능화된 웹을 통해 사용자가 원하는 맞춤형 콘텐츠를 제공하는 상황 맞춤형 플랫폼이 필요하며, 이를 위해 고도의 추론 기능이 강화된 개체간 의미 연결이 가능한 시맨틱 웹(semantic web) 기술이 구현될 것이다. 네트워크의 경

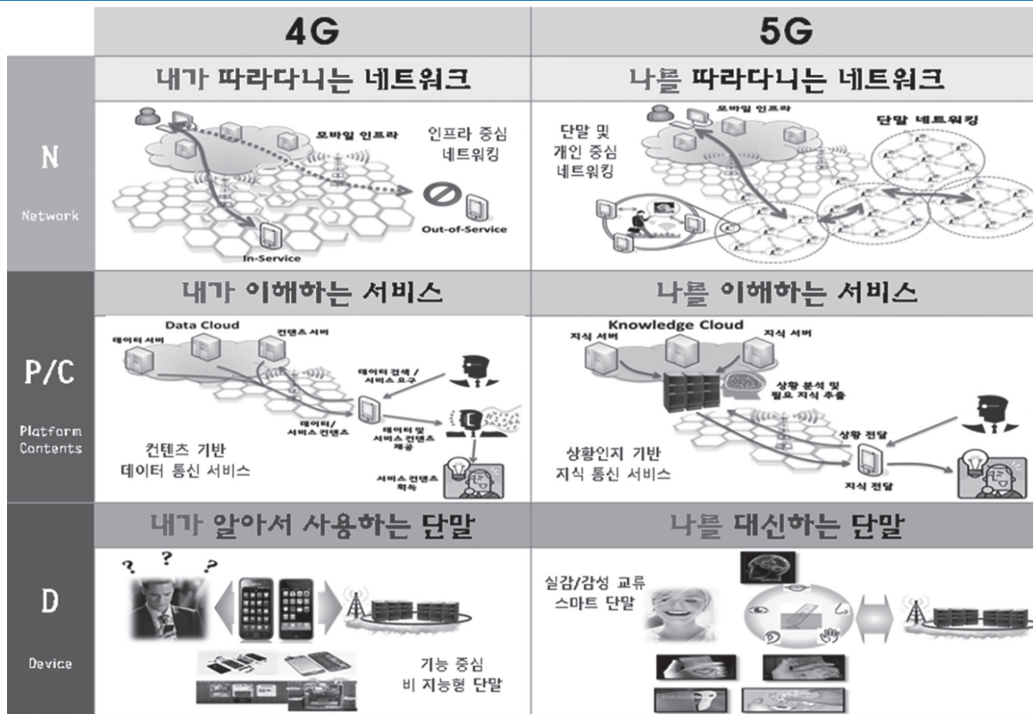


그림 1. 4G와 5G의 개념 비교

우에는 IP기반 고정형 네트워크 구조에서 Software Defined Network (SDN)과 같은 유연한 구조로 전환되어, 콘텐츠 기반의 상황인지 응용에 적합한 구조를 갖출 것이다. 또한, 이동 액세스의 경우에는 기존의 셀룰러 대역이 비허가 대역과 공존할 것이며, 기가급 용량을 확보하기 위해 보다 신규 대역이 확보될 것이다. UHD급 비디오 서비스 및 홀로그램 콘텐츠 전송 등의 기가급 미디어 지원을 위해 광대역 채널 확보에 필요한 신규 주파수 확보가 이루어져야 한다. 예를 들어, 최대 전송률은 50~100Gbp가 되며, 사용자당 1Gbps급의 용량을 제공하는 시스템을 예상할 수 있다. 이를 위해 주파수 및 에너지 효율성에서 지금보다 수십 배 또는 수백 배의 획기적인 진보가 요구되면서, 기존의 셀룰러 망 구조를 탈피한 변혁적인 액세스 구조가 구현되어야 할 것이다. 또한, 단위 면적당 용량 증대를 위해서는 기존 인프라를 무결하게 통합하여 하나의 시스템으로 제어할 수 있는 망 기술이 필요하다. 또한, 기지국과 코어 네트워크를 통한 단말과 서버간의 콘텐츠 전달 구조에서 벗어나 단말간에 콘텐츠를 직접 공유할 수 있는 모바일 CDN으로서, 단말간 직접 통신 기반의 자율 네트워크 기술이 실현되어야 한다. 또한, 긴급한 제어에 필요한 지연시간을 보장하기 위해 무선 구간에서 0.1ms 정도의 TTI (Transmission Time Interval)가 필요하다. 한편, 고속 철도와 같은 이동 환경에서도 서비스를 제공하기 위해 최대 600km/h 속도의 이동성을 지원할 수 있어야 한다. 한편, 오감 또는 육감 센싱을 이용하는 제스처 인식 단

말, 사용자가 손에 들고 동작시키지 않아도 되는 보이지 않는 (invisible) 단말, 그리고 디스플레이를 종이처럼 말아서 휴대할 수 있는 플렉서블 단말 등의 다양한 형태를 예상할 수 있으며, 궁극적으로 5G 단말은 단순한 정보제공용 디바이스가 아니라, 실감/감성 교류가 가능한 사용자 중심의 서비스 허브가 될 것이다. 표 1은 5G의 기술적 특성을 4G 기술과 대비한 것으로서, 정보 사회의 기간 인프라에서 지식 사회의 기간 인프라로 진보하면서 실현해야 할 기술적 속성과 요구사항을 요약한 것이다.

#### IV. 5G의 비전 및 실행 목표

신정부는 “국민 행복, 희망의 새시대”라는 국정 비전을 실현하기 위해 “경제 부흥”, “문화 융성”, “국민 행복”, 그리고 “통신기반 구축”을 네 가지 국정 기조로 내세우고 있다. 5G 이동통신은 지식창조 서비스를 제공하기 위한 유무선 인프라를 구축함으로써 국정 비전을 실현하고자 한다. 이는 2020년의 지식 콘텐츠에 기반한 개인화된 서비스 중심의 생태계를 조성하고, “everything on wireless”를 통해 시간공간의 제약을 뛰어넘는 창조지식경제 국가를 실현하고자 한다. 이에 따라 지식서비스 산업 기반의 고부가가치 산업 구조를 전환하면서 일자리 창출을 위한 성장 동력이 강화되고, 이는 소프트웨어 중심에서 ICT 생태계 전 산업으로 확산되면서 “경제 부흥”을 추

표 1. 4G와 5G의 기술적 특성 비교

	정보사회의 기간 인프라 통신영역 (속도 경쟁)	지식사회의 기간 인프라 脫 통신영역 포함 (Social Impact, 통신현안 등)
<b>Contents (Service)</b>	<b>데이터 서비스, 멀티미디어 응용 콘텐츠</b> • Ultra Full HD 기반의 멀티미디어 서비스 • 3D 콘텐츠, 중앙집중형 클라우드, 모바일 인터넷 TV, 모바일 교육/의료 등	<b>지식 서비스, 지식 응용 콘텐츠</b> • “초연결+실감+지능” 기반의 기가급 멀티미디어 서비스 • 실감 콘텐츠, 지식/분산 모바일 클라우드, 지식 기반 상황인지, 모바일 CDN, 스마트 교육/의료, UX 스토리텔링, 평생 모바일지식 등
<b>Platform</b>	<b>참여형 플랫폼</b> • 참여, 공유, 개방으로 대표되는 인터넷 환경 • 사용자(인간)가 콘텐츠 생산, 유통, 소비 • 기술 : 브로드밴드, 서버관리 • SNS, RSS, 블로그 서비스, 검색 엔진, P2P 파일공유 등 단순 정보간의 Hyper-link 시대	<b>상황맞춤형 플랫폼</b> • 상황인식으로 대표되는 인터넷 환경 • 지능화된 웹이 사용자(인간, 기계)가 원하는 콘텐츠 제공 (맞춤형) • 기술 : 시맨틱 기술, 상황인식, 클라우드 컴퓨팅 • 직업과 취미 등 개인 특성에 최적화된 서비스 제공을 위해 고도화, 추론 기능이 강화된 개체간 의미연결(시맨틱 웹) 시대
<b>Network</b>	<b>All-IP 네트워크</b> • IP 기반 고정형 네트워크 구조	<b>SOFT NETWORK 인프라 구조</b> • 콘텐츠 기반 상황인지형 유연한 네트워크 구조
	<b>메가급 무선속도!</b> • (주파수) 기존 셀룰러 대역 • (가입자 속도) ~100Mbps/user • (셀 용량) ~1Gbps급 • (전송 지연) ~10ms 수준 • (전송 속도) 최대 100Mbps/cell@20MHz • (이동성) 350Km/h • Key : Spectral efficiency, Loosely coupling inter-RAT architecture	<b>기가급 (Gbps) 무선세상!</b> • (주파수) 셀룰러 대역과 신규 대역(공존, Licensed/Unclassified Spectrum 공존) • (가입자 속도) 평균 1 Gbps/user • (셀 용량) ~100Gbps급 무선전송용량 (2010년/LTE 대비 1000배) • (전송 지연) TTI(Transmission Time Interval) 0.1 ms 이하 • (전송 속도) 최대 100Gbps/cell • (이동성) 최대 600km/h • Key : 단말 네트워킹, Spectral efficiency, Energy efficiency의 변혁적 인프라 기술, Tightly coupling inter-RAT architecture
	<b>정보제공 디바이스</b> • 기능중심 스마트 단말 (I-phone, 갤럭시 폰, 울티머스 폰, 윈도우 모바일 폰, 넥서스 폰 등)	<b>실감/감성 교류 디바이스</b> • 오감/육감 센싱 스마트 단말 (제스처 인식 단말, invisible phone, 플렉서블 폰 등)

구할 수 있다. 한편, 소프트웨어 산업 역량 강화 및 하드웨어와 네트워크를 결합한 글로벌 컬러 지식 콘텐츠 개발(2020년대 세계 5대 소프트웨어 산업 강국 진입), 국민 누구나 창의적 지식 서비스를 쉽게 창출하고 공유할 수 있는 글로벌 모바일 플랫폼 기술 주도권 확보, 지식 창출 및 공유에 효율적인 인프라 및 지능형 미래 단말 개발을 통해 나를 찾는 문화와 모두가 누리는 문화를 구현함으로써 “문화 융성”의 근간을 갖추게 된다. 한편, 개인 맞춤형 지식 제공 서비스, 감성 정보 전달을 위한 실감 미디어 서비스, 누구나 요금 부담 없이 이용할 수 있는 서비스, 차별화되고 안정적인 서비스를 통해 국민이 공감하는 5G 이동통신으로 국민이 행복한 미래 세상을 열고자 한다. 새로운 이동통신을 통한 창조경제지식 국가 실현이라는 5G의 비전은 “everything on wireless”에 의해 개인화된 시공간의 제약을 뛰어 넘는 창조 사회의 실현을 목표로 하며, 이를 위해 지식 창출 서비스의 고도화, 개인 모바일 편리성의 극대화, 그리고 5G 네트워크 인프라의 구축을 구체적인 실행 목표로 삼는다(〈그림 2〉 참조). 한편, 이를 위해 국가 정책 수립, 5G R&D 활성화, 보편적 인프라 구축, 그리고 모바일 서비스 창출을 세부 추진 전략으로 잡고 있다.

5G의 기술적 목표는 개인당 기가 bps급이상의 데이터 전송

속도를 제공하고 기기간 초연결성을 보장하는 미래 이동통신 기술을 개발하는 것이다. 이를 위한 세부 기술적 목표는 다음과 같다.

### 1. 용량 증대

스마트 기기의 급증과 고품질의 새로운 매체 출현으로 2020년까지 1000배 이상의 트래픽이 증가할 것으로 예상된다. 특히, 동영상 스트리밍과 UHD급 동영상 다운로드 등과 같이 비디오 중심의 서비스가 전체 트래픽의 60%이상을 차지할 것으로 예상된다. 따라서, 이러한 폭발적인 트래픽 급증을 수용할 수 있는 유무선 인프라의 용량이 1000배 이상 증대되어야 할 것이다. 이를 위해 추가적인 주파수 대역 발굴과 용량 증대에도 불구하고 경제적인 망 구축이 가능한 변혁적인 기술이 요구된다. 특히, UHD급의 초고속 동영상 서비스와 홀로그램 TV 등과 같은 새로운 매체를 수용하기 위해 개인당 기가급의 최대 전송률(peak rate)이 제공되어야 하고, 이를 위해 수십 기가급의 시스템 용량이 확보되어야 한다. 예를 들어, 용량 증대를 위해 초고주파(밀리미터파) 대역 확보 및 관련 전송 기술 개발이 적극적으로 고려되어야 할 것이다.



그림 2. 5G의 비전 및 실행 목표

## 2. 에너지 효율 극대화

한국은 세계 10위의 탄소 배출 국가이면서 국내 온난화가 급격히 진행되고 있기 때문에 에너지 소비를 감소시키는데 적극적으로 기여를 해야 하는 입장에 있다. 한편, 2020년에 전체 ICT 산업에서 소비하는 에너지의 25%가 통신 네트워크가 차지하며, 이중에서 50%가 이동통신이 그 비중을 차지할 것으로 예상하고 있다. 특히, 시스템 용량 증대에 따라 이러한 비중은 예상보다도 더 높아질 수도 있다. 따라서, 5G 이동통신에서는 이러한 에너지 소모를 절감하기 위한 시스템 동작과 저에너지 지향적 네트워킹 기술을 통한 에너지 효율적인 인프라 구성, 그리고 초소형 및 초저전력 단말 기술을 통해 현재 대비 1,000배의 에너지 효율성을 달성할 수 있어야 할 것이다.

## 3. 신규 서비스 창출

사용자 환경에 최적화되어 새로운 지식통신 서비스 창출을 위한 유연하고 확장성이 용이한 변혁적인 인프라가 구축되어야 한다. 이는 유연하고 확장성이 있는 네트워크 구조로서 발전할 것이며, 사물간 통신, SNS 등의 발전으로 모든 디바이스간의 연결이 그물망 형태로 발전할 것이다. 이를 위해 기존의 계층화된 동적 셀룰러 네트워크 구조를 넘어, 국부형과 평면형 등의 토폴로지를 갖는 가상 셀룰러 구조로 변혁적인 발전이 이루어질 것이다. 이러한 변혁적 인프라 기술로 1000배의 디바이스

폭증, 1000배의 용량 증대, 그리고, 1000배의 에너지 효율성을 실현함으로써 새로운 서비스를 창출해야 한다.

## 4. 보편적 복지 인프라

국민 모두가 보편적인 평등한 서비스를 제공 받을 수 있는 복지 인프라가 필요하며, 가치 창출 정보에 대해서 대다수 국민이 수혜자가 되어야 한다. 변혁적 인프라 구조를 통한 망 투자 비용 절감 및 정보 소외계층 해소를 향한 저렴한 비용의 복지 인프라 구축이 필요하다. 또한, 접근과 관리가 용이하여 재난이나 위험 상황으로부터 국민을 보호할 수 있는 이동통신 안심 인프라가 구축되어야 한다.

## 5. 세계화

표준화 및 기술 개발에서 발 빠르게 추격하던 식의 기술 전략에서 벗어나, 표준화 초기 단계에서부터 기술을 선도하는 전략이 필요한 시점이다. 5G 이동통신에서 세계 최대 강국이 되기 위한 R&D 조기 추진 및 표준 기술 선도 전략이 필요하다. 현재 전세계적으로 신규 주파수 부족 문제를 해결하기 위한 연구가 활발히 진행 중에 있으며, 5G 기술 개발을 위한 과제들이 본격적으로 추진되고 있다. 5G 기술 경쟁력을 강화하기 위해서는 글로벌 공조 체계 구축이 이루어져야 하며, 단계적 추진이 필요하다(국내 협력 강화 → 한국/중국/일본을 중심으로 한 아시아

권 공조 체계 구축 → 글로벌 협력 체계 강화를 통해 국제 표준 기술 선도).

## V. 5G 추진 전략

5G 추진 전략은 한국이 지속 가능한 First-Mover가 되기 위해서, 민관 협력 전략을 기반으로, 국가 정책 수립, 5G R&D 활성화, 보편적 복지 인프라 구축, 새로운 모바일 서비스 창출 전략 등 크게 4가지로 나누어 볼 수 있다. 기존의 IT 산업이 Fast Follower로서 많은 성과를 이루었으나, First-Move 산업으로 변화하기 위해서는, 연구 개발, 정부 규제, 시장개편을 위한, 기획, 관리, 평가 제도 등 혁신적인 개혁을 위한 산, 학, 연, 정간의 공동 합의와 노력이 필요하다. 특히, 이동통신의 기술 변화와 서비스 시장의 메가 플레이어들의 변화가 가속화되는 상황에서, First Mover로서 지속 가능한 미래 성장 동력으로 5G 이동통신을 추진하기 위한 단계적 전략이 수립되어야 할 것이다.

이러한 5G의 Global 시장경쟁력을 확보하기 위한 전략적인 추진 기구의 필요성이 대두되었고, 대기업, 중소기업 벤처 학계 및 연구소 등 모든 분야에서 공감대가 형성이 되었다. 이러한 기대속에서 2013년 5월 30일에, 민관협력 5G 포럼을 전략적으로 창립하게 되었다.

### 1. 국가 정책 수립

정부에서는 5G의 조기 시장 경쟁력을 확보하기 위한 산업의 발굴과 구체적인 업종에 대한 정책적인 수립이 필요하다. 특히, 5G 기술 개발 및 표준화 전략이 필요하며, 또한 신규 주파수 발굴 및 확보를 위해서 WRC-15에 효율적인 대응 위한 연구가 필요하다. 정부의 5G 전략수립을 위해서는 우선적으로 민관협력 포럼인 5G 포럼을 통해 이동통신사업자, 제조사, 중소기업 및 벤처 기업의 의견을 수렴하고 있다. 또한, 미래부와 5G 포럼은 공동으로 5G 전략수립위원회를 운영하면서, First Mover로서의 비전, 기술 개발, 생태계, 주파수 및 대외협력에 대한 정부의 정책을 보다 신속하게 가시화하는 노력을 기울이고 있다. 이를 통해, 5G 신규시장의 경쟁력을 조기에 확보하기 위해 필요한 기술 개발 정책과 시장을 정립하기 위한 선제적인 규제와 제도가 마련되어야 할 것이다.

5G 시장은 지식기반의 콘텐츠 공유 및 유통을 통해서 소비자의 만족도를 높이고, B2B의 활성화를 통해 저렴하면서도 일의 효율이 혁신적으로 개선될 수 있는 기술을 제공해야 한다. 이를 위한 개인 정보, 지식재산권 및 콘텐츠 보호 등 미래 모바일 컨

텐츠와 플랫폼 개발 정책이 필요하다. 나아가, 이를 바탕으로 정보의 공개 및 공유를 통한 창조 생태계를 만들어 낼 수 있는 제도가 수반되어야 할 것이다.

### 2. 5G 연구 개발의 활성화

5G 이동통신의 연구 개발은 CPND를 모두 포괄하면서 창의적인 기술과 혁신적인 서비스를 개발하되, 현재 LTE의 기술을 기반으로 진화하는 연구 개발에서, LTE에서는 구현하기 어려운 새로운 5G 요구사항을 만족하는 기술개발이 동시에 진행되어야 한다. 또한 국가주도의 5G 핵심 원천 기술 개발 및 국제 표준화 선도를 위한 Global 표준화 단체 및 포럼간에 전략적이고 기술적인 협력을 수행해야 한다. 특히, 한국이 모바일 인프라 부문에서 세계경쟁력을 이미 확보하고 있는 점을 고려해서 그 출발은 Network(N)에서 시작을 하나, 다른 부분까지 경쟁력을 확보할 수 있도록 연구 개발의 폭을 넓혀 가야 할 것이다. 용량 증대, 변혁적 인프라, 4G보다 에너지 소모 증대가 없는 그린 통신 인프라 등의 도전적인 과제들을 앞에 두고, 창의적이고 변혁적인 기술 개발을 위해서는 국내 대학의 분산된 연구능력을 결집시키는 전략이 필요하며, 대학, 벤처, 중소기업, 연구소, 대기업, 사업자간의 연구 생태계가 자리 잡아야 하겠다.

### 3. 보편적 복지 인프라 구축

현재 전세계의 인구의 1/3이 아직도 전기의 혜택을 보고 있지 못하며, 이동통신 서비스의 경우도 비슷한 실정이다. 일인당 에너지의 소모량, 에너지를 통해서 에너지 효율적 생산하는 기술, 그리고 그 기술로 이익을 창출하는 비즈니스를 창출하는 정도가 문화와 문명의 선진화를 측정하는 문명 과학이론에 반해서, 5G가 여는 신세상은 사용자 사용할 수 있는 바이트의 수와 이러한 바이트의 흐름을 제어하는 기술, 이러한 새로운 정보의 흐름의 제어를 통해서 새로운 비즈니스 모델을 창출하는 정도가, 향후 2020년대 이후에는 그 문화와 문명을 측정하는 척도가 될 것으로 예상된다. 그러나, 아직도 이동통신 가입자의 많은 수가 스마트폰을 사용하지 못하는 이유 중의 하나가 단말기의 자금과 통신 요금으로 파악되며, 이러한 경제적인 측면을 해결하기 위한 제도 개선이 지속적으로 이루어져야 한다. 특히 잉여 바이트를 정보의 사각에 있는 많은 소외 계층에 나눌 수 있는 보편적인 복지 인프라의 역할도 생각해 볼 필요가 있다. 궁극적으로는 5G 인프라는 단말중심(사용자중심)의 인프라를 통해서 지식 창출/공유/분배/전달이 사용자 중심으로 가능하고 요금이 저렴한 인프라를 제공함으로써, 모든 국민이 지식 공유 생태계에서 동등한 행복을 추구할 수 있어야 할 것이다.

#### 4. 새로운 모바일 서비스 창출

새로운 모바일 비즈니스 및 서비스 모델은 기존 기술의 진화 관점에서 새로운 모바일 서비스를 창출하는 path-dependent 접근과 4G와는 차별화되는 새로운 인프라와 새로운 디바이스를 기반으로 하는 clean-slate 접근 방식으로 구분할 수 있다.

첫번째 모델은 현재 스마트폰을 기반으로 좀 더 진화된 디바이스를 통해 제공 하는 서비스로, 현재의 스마트폰이 사용자에게 주는 편리성의 고도화 서비스로 볼 수 있다. 이를 위해서, 4차 지식서비스 산업의 활성화, 소프트 산업 파워 육성, 고부가가치형 일자리 창출 등에 대한 전략이 필요하다. 반면, clean-slate 접근 방식에서 생각해 볼 수 있는 모바일 지식 기반 서비스는 아직은 단순한 개념 단계에 있는 것으로 보이지만, 새로운 디바이스는 현재의 스마트폰과는 전혀 다른 기능을 탑재할 것으로 예상이 된다. 현재의 스마트폰이 사용자의 편리를 증진시켰다면, 새로운 단말은 사용자 환경의 물리적인 변화를 만들어 내서 4세대에서 느끼지 못했던 아주 새로운 서비스와 고도의 사용자 경험을 제공하는 서비스(게임, 교육, 스포츠 등)를 창조할 것으로 예상되며, 이에 대한 기술 개발 전략이 요구된다.

#### 5. 5G 포럼의 결성

앞에서 설명한 것과 같이, 한국의 IT 산업이 Fast Follower에서 First-Mover로 역할 변화를 실현하기 위해서는 연구 개발, 정부 규제, 시장개편을 위한, 기획, 관리, 평가 제도 등에서 혁신적인 개혁에 대한 산, 학, 연, 정의 공동 합의와 노력이 시급하다는 공감대가 형성되어 왔다. 이미 유럽에서는 에릭슨, NSN 등에서 IWPC 컨소시엄을 구성하였고, EU METIS 프로젝트 등 다양한 FP7 프로젝트가 진행되고 있었으며, EU도 2020년 상용화를 목표로 올해 5천만 유로 투자를 발표한 바 있다. 급변하는 모바일 산업 환경 변화에 대한 선제적 대응 및 미래 글로벌 리더십 확보를 위해서, 민관이 함께 5G 추진전략을 마련할 전략적인 지휘 체계가 시급히 갖춰져야 한다. 이에 산학연정이 공동으로 대응하기 위해서 2013년 5월 30일에 민관협력 5G 포럼을 창립하고, SKT, KT, LGU플러스, 삼성전자, LG전자, Ericsson-LG, KMW, 디오인터렉티브, 한국전자통신연구원 등이 의장사로 참여하고 있다. 현재 5G 포럼은 운영위원회와 4개의 소분과 (기술, 서비스, 대외 협력, 주파수)로 구성되고, 산학연정간 공동 참여를 통해 주파수, 서비스, R&D 등에 걸친 정책에 대한 긴밀한 협력체계를 구축하게 되었다.

5G 포럼은 차세대 모바일 기술 진화를 주도함으로써 한국이 ICT 글로벌 리더십을 지속하기 위한 민관공동 협의체로서, 5세대 모바일 서비스 비전 및 중장기 기술혁신 전략 수립, 국내외

표준화 추진, 산학연정간 자유로운 소통의 장으로서 다음과 같은 기본 역할을 수행하고자 한다.

- 5G 비전과 서비스 개발
- 5G 주파수 대역 및 스펙트럼 요구량에 대한 연구
- 5G 핵심 기술에 대한 정의
- 글로벌 화합(harmonization)을 위한 협력 활동
- 5G에 대한 산업계 전략과 정부 정책 방향에 대한 조율

## VI. 결론

전세계적으로 제조업체와 연구기관들을 중심으로 5G 이동통신에 대해서 본격적으로 논의가 이루어지고 있다. 현재 3GPP LTE 기술의 진화가 기술적으로 마무리되는 2015년을 전후하여 차세대 요구사항을 만족할 수 있는 새로운 기술 표준에 대한 논의가 본격적으로 이루어질 것이다. 이를 위해서는 지금부터 서비스 비전에 대한 공유와 기술적 목표가 수립되어야 하고, 연구 개발에 필요한 요소 기술 확보가 이루어져야 한다. 특히, 5G 이동통신 산업은 지금까지 꿈꾸지 못했던 새로운 서비스를 창조하는 모바일 인프라를 구축하는 것이며, 지금까지 대외적으로 종속적이었던 산업 구조에서 탈피하여 가장 앞서 가는 글로벌 리더십을 확보하는 기회가 될 것이다. 궁극적으로, 5G 이동통신은 일자리 창출, 국민 복지 인프라 구축, 산업 활성화, 그리고 국가 발전을 위한 상생 구도의 중심으로서 국가 성장동력이 되기를 기대한다. 최근 산학연정이 중심이 되어 결성된 민관 연합의 5G 포럼이 그 역할을 충실히 수행할 것으로 기대하며, 본 고에서는 5G 이동통신에서 실현해야 할 이동통신 기술의 비전과 그 추진 전략에 대해서 살펴보았다.

### Acknowledgement

본 고의 내용은 한국방송통신전파진흥원의 5G포럼 준비위원회에서 작업한 Vision 2020 보고서를 근간으로 작업되었으며, 본 보고서 작업에 참여하신 김은아 한국전자통신연구원 김은아 책임연구원, 한국전자통신연구원 방승찬 부장, 연세대 김성국 교수를 포함한 모든 분들께 감사를 드립니다.



약 력



김 동 구

1983년 한국항공대학교 통신공학과 학사  
 1985년 U.S.C. Department of EE 석사  
 1992년 U.S.C. Department of EE 박사  
 1992년~1994년 Motorola Cellular Infrastructure Group 연구원  
 1994년~현재 연세대학교공과대학전기전자공학과 교수  
 관심분야: 5세대이동통신시스템, 스마트 소형셀 MIMO기술, 차세대 양방향전송기술, 압축센싱이동통신기술, 차세대에너지효율무선시스템기술



박 애 순

1987년 충남대학교 학사  
 1997년 충남대학교 석사  
 2001년 충남대학교 컴퓨터과학과 박사  
 1988년~현재 한국전자통신연구원 모바일엑세스 연구실 실장  
 2002년~2003년 충남대학교 컴퓨터과학과 겸임교수  
 2006년~2008년 UST 이동통신 및 디지털방송공학 교수  
 2012년~현재 UST 이동통신 및 디지털방송공학 교수  
 관심분야: 5G 이동통신 프로토콜, 단말간 직접통신, 모바일네트워크 토폴로지, 이동통신 시스템 자원관리 및 시스템 프로토콜 디자인, 모바일 멀티홉 통신



강 충 구

1987년 Univ. of California (San Diego), 전자공학과 학사  
 1993년 Univ. of California (Irvine), 전자 및 컴퓨터 공학과 석사/박사  
 1992년~1993년 (미) Aerospace Corp. 연구원  
 1993년~1994년 (미) Rockwell International 연구원  
 1994년~현재 고려대학교 전기전자공학부 교수  
 2000년~2001년 (미) Center for Wireless Communication, UCSD 방문 교수  
 2005년~2005년 한국통신학회 이동통신연구회 위원장  
 2008년~현재 TTA PG702 IMT-WiBro 프로젝트 그룹 의장  
 2006년~현재 한국통신학회 상임/집행이사  
 관심분야: 무선 전송 기술 및 매체접근제어 프로토콜 설계/구현, 무선 네트워크제어 프로토콜 설계 및 성능 분석, 이동통신 시스템 및 무선 서비스 공학