

Smart Korea를 위한 Smart Radio 기술

김창주* · 최형도* · 홍현진* · 변우진* ·
정병장* · 이일규** · 박덕규*** ·
김영수**** · 백정기***** · 윤현보*****

*ETRI 전파기술연구부 · **공주대학교 ·
목원대학교 · *경희대학교 ·
*****충남대학교 · *****동국대학교

I. 서 론

전파 자원 (또는 주파수 자원)은 국가의 소중한 무형 자산으로서 무선 통신의 발전과 함께 전파 자원의 가치가 더욱 커지고 있다. 과거에는 석유, 철강, 가스 및 석탄 등이 국가의 중요한 자원이었으나, 21 세기의 정보화 사회에서는 전파 자원이 그에 못지않게 소중한 자산으로 인식되고 있다. 특히 전파 자원은 국가의 경제 발전은 물론 안보나 공공 안전, 그리고 과학 기술 탐구 등 그 응용 분야가 매우 다양하다. 미국, 영국 등 선진국에서는 이를 체계적이고, 효율적으로 이용하기 위하여 자국의 전파 정책을 방향을 설정하고, 이를 기반으로 관련 정책 및 기술 개발을 추진하고 있다.

이와 같이 소중한 전파 자원은 시대에 따라 어떠한 역할을 하고 있는가? [그림 1]은 정보화 사회의 변천 단계를 나타낸다^[1]. 1990년대의 정보화 사회에서 internet의 발달과 함께 cyber korea 시대가 열렸고, 뒤를 이어 전자정부, 그리고 모든 곳에서 정보를 access할 수 있게 하는 ubiquitous korea를 지나 이제는 바야흐로 우리는 smart korea 시대를 맞이하고 있다.

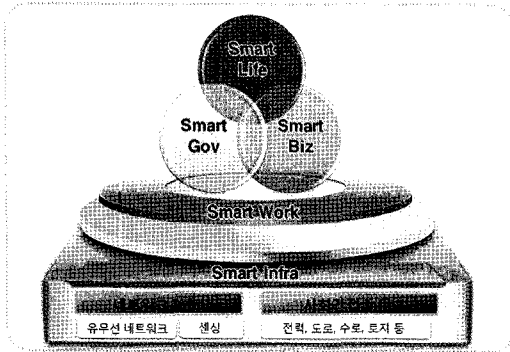


[그림 1] IT 기술과 사회의 변천

참고문헌 [2]에 따르면 스마트 사회란 “사람, 시스템, 프로세스 등 모든 것에 스마트 기술이 적용되어 우리 사회의 어려운 현안을 ‘똑똑하게’ 해결하고 구성원들 모두가 더 행복해지는 사회”라고 정의하고 있다. 그리고 이를 위한 핵심 요소로서는 가상 현실, 인공지능 등과 같은 스마트 기술과 감성 중심의 하이터치, 하이컨셉트와 같은 스마트한 가치가 융합되어 스마트 사회를 탄생하게 되었다고 한다. 따라서 스마트 사회는 우리나라의 경제, 산업 분야뿐만 아니라 일하는 방식, 국가 행정 시스템 전반, 더 나아가 문화에 이르기까지 국가 사회 전체를 혁신하는 새로운 사회 혁명을 가져올 것으로 예측하게 된다.

[그림 2]는 smart korea의 비전과 smart korea 사회를 위한 infrastructure를 나타낸다^[1]. 그렇다면 전파와 smart korea의 관계는 어떻게 될까? [그림 2]에 도시한 것처럼 전파 기술은 smart korea를 구축하는데 가장 중요한 무선 infrastructure를 구성하고, 필요에 따라서는 전파를 이용한 sensor로서의 역할을 하는 것이 스마트 코리아의 핵심이 될 것이다. Smart 사회의 도래와 함께 전파의 이용이 폭발적으로 증가하는 시점에서 smart 전파 기술의 개발을 통하여 안전하고, 신뢰할 수 있는 고품격의 스마트 서비스를 제공할 수 있는 터전을 마련하고, 각종 환경 및 건강 센서 등의 개발을 통하여 smart korea의 중심축이 되도록 준비하고자 전파 정책 전문위원회에서는 이를 정책 과제로 선정하여 연구를 진행하고 있다.

Smart KOREA 구현을 통한 선진일류국가 실현



[그림 2] Smart Korea 비전 및 구축 infrastructure

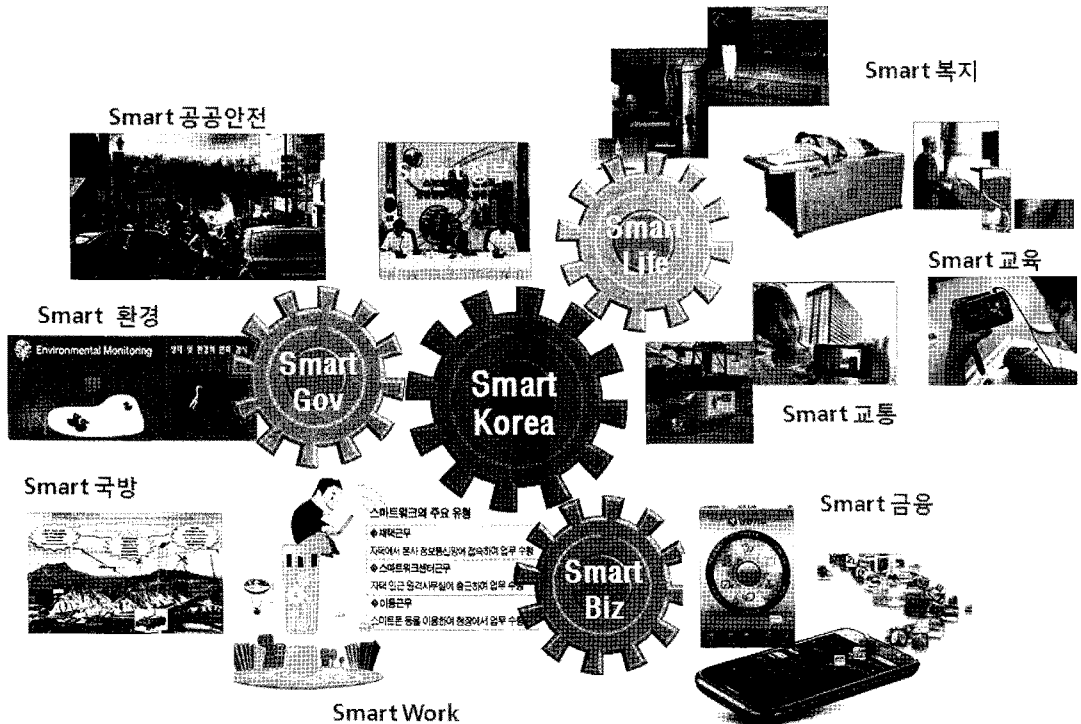
본 원고는 제 1장 서론에 이어 스마트 사회에서의 전파의 이용을 구체적으로 알아보고, 제 3장에서는 스마트 코리아에서의 트래픽 및 수용 방안에 대하여

검토한다. 그리고 제 4장에서는 스마트 코리아를 위한 smart radio 기술을 기술하고, 제 5장에서 결론을 맺고자 한다.

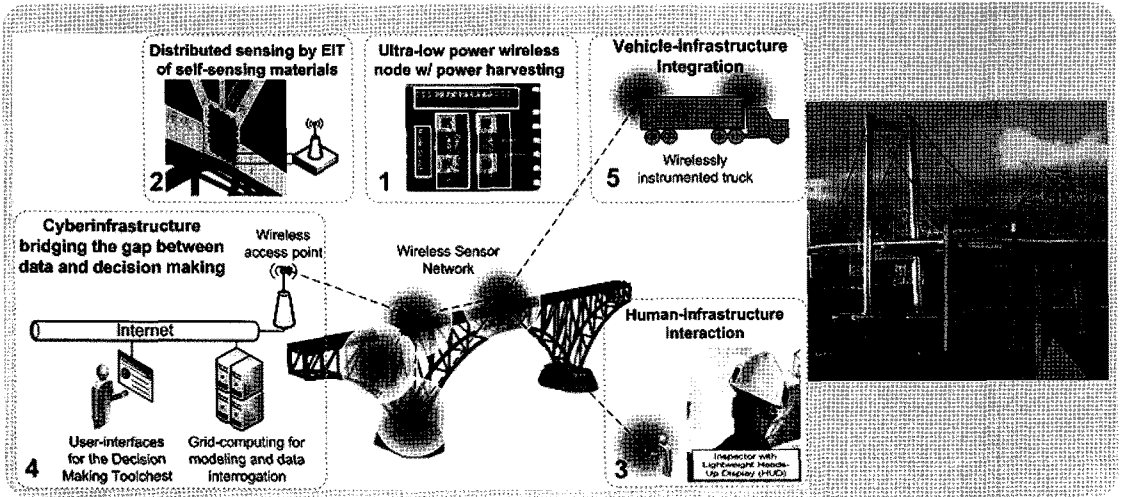
II. 스마트 사회에서의 전파 이용

스마트 코리아는 [그림 3]에 도시한 바와 같이 smart government, smart business, 그리고 smart life로 분류된다. Smart government는 공공 안전, 국가 기반 시설, 행정 진산망 등의 스마트 화를 추진하는 것이고, smart business는 이미 우리가 일상생활에 활용하고 있는 mobile banking, 재택근무 등이 이에 해당된다. 그리고 smart life는 IT 기술을 우리의 건강과 복지 등에 활용하여 건강한 삶과 행복한 사회를 구현함에 그 목적이 있다.

[그림 4]는 스마트 정부 구현의 한 예를 나타낸다.



[그림 3] Smart Korea 분야 및 예상 서비스

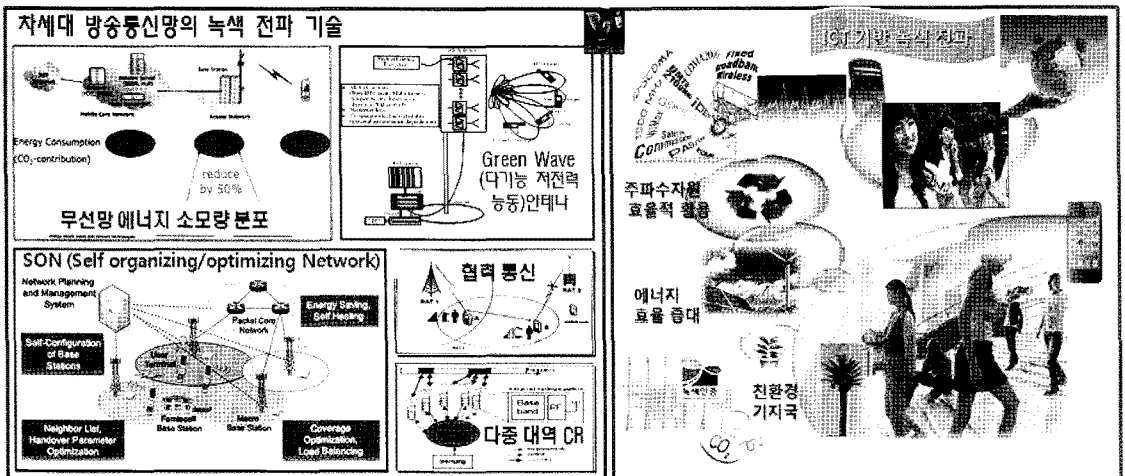


[그림 4] Smart sensor 및 통신을 통하여 구축한 smart bridge

그림에 나타난 바와 같이 아름다운 대교는 다리의 양쪽을 이어 주어 우리에게 편리한 삶을 영위하게 할 뿐만 아니라 보는 이에게 멋진 구경거리를 제공해 준다. 이 아름다운 다리는 안전하고, 견고할 때는 우리에게 유용하지만 다리에 손상이 오던가? 아니면 폭발물 등 위험 물질이 부착되어 있다면 커다란 제약이 될 수 있다. 따라서 [그림 4]에 나타난 바와

같이 다리의 안전을 지키는 각종 센서를 부착하고, 이의 상태를 각종 무선통신을 이용하여 행정 관청이나 다리를 지키는 파수꾼, 또는 다리를 지나갈 차량 등에 미리 안전 상태를 알려줄 수 있다면 대재앙을 미연에 방지할 수 있을 것이다.

[그림 5]는 smart radio 기술을 이용하여 녹색 사회를 구현하는 그림이다. 지구 온난화 등 지구 환경을



[그림 5] Smart sensor 및 통신을 통하여 구축한 저탄소 녹색사회

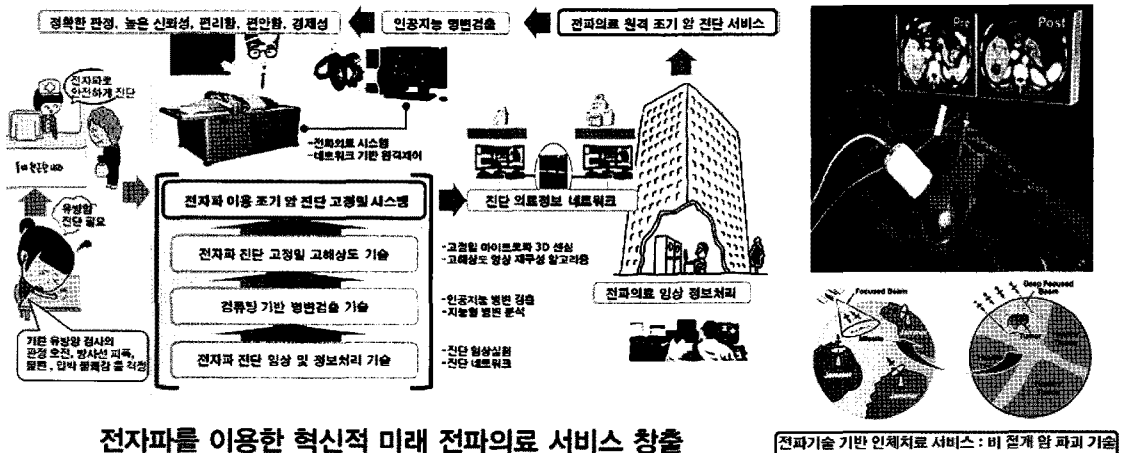
지키기 위하여 세계 각국은 많은 노력을 하고 있다. 저탄소 녹색 성장을 위하여 전기 자동차를 개발하여 상용화하고 있고, 태양 에너지를 활용하는 등 다양한 방면에서 많은 연구를 진행하고 있다. 그렇다면 전파 기술에서는 어떻게 기여를 하여야 할 것인가? [그림 5]는 무선망의 에너지 소비 형태를 파악하여 에너지 소비가 많은 기지국의 전력 소모를 어떻게 줄일 것인가? 하는 예와 beam-forming을 통하여 에너지를 필요한 지점에만 전송함으로써 전력 낭비를 줄이는 개념을 나타낸다. 최근의 기지국 기술은 모든 digital unit(DU)를 center에 두고 remote radio head(RRH)를 여러 곳에 설치하여 소출력으로 작은 영역을 커버하는 방향으로 전환되고 있다. 물론 이들 사이의 연결은 optical fiber를 통하여 비교적 용이하게 연결이 가능하다. 이러한 기지국 설계 방법을 통하여 불필요한 전력을 줄이는 것은 물론 전파의 음영 지역을 획기적으로 줄일 수 있게 된다. 또한 SON(Self Orgnizing Network) 기술을 활용하여 기지국 간에 간섭이 생기면 이를 센싱하여 기지국 간에 간섭이 발생하지 않도록 조정하는 기술과 협력 통신을 통하여 전송 품질을 향상시키는 기술 등이 이에 해당된다.

[그림 6]은 전파의 창의적 이용을 통하여 새로운 전

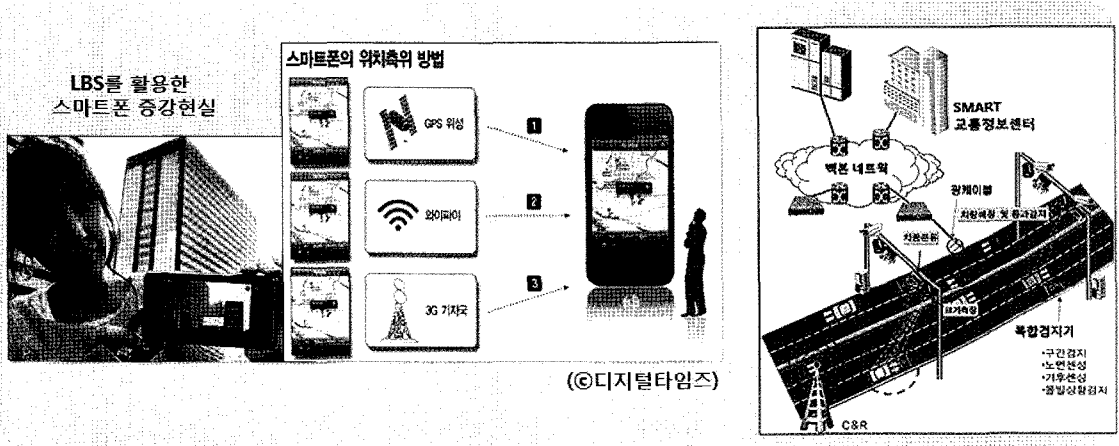
파 산업을 개척하여 전파 강국으로 우뚝 일어서자는 KCC 정책의 일환으로 최근 연구가 활발히 진행되고 있는 전자파 진단 기술에 대한 개념도이다. 전자파를 이용하여 각종 암을 조기에 진단하여 줌으로써 노령화 사회의 큰 숙제인 암에 대한 불안으로부터 국민을 해방시키기 위한 이 연구는 조만간 상용화가 이루어질 전망이다. 또한 암의 진단을 넘어 치료까지 가능하다면 그야말로 복지사회를 이루는 지름길이 될 것이다.

한편, 스마트 폰을 이용하여 LBS 서비스를 제공하는 것은 물론 증강 현실 등을 서비스하는 개념을 그림 7에 도시하였다. GPS 기술과 GIS, 그리고 cellular 이동통신의 결합으로 낯선 곳 어디든지 쉽게 찾아갈 수 있는 LBS 기술은 우리의 삶의 방식을 크게 바꾸어 놓았고, 여기에다가 증강 현실 기술을 이용하여 필요한 정보까지 한꺼번에 검색하게 해주는 편리하고, 원하는 정보를 어디에서나 얻을 수 있는 풍요로운 사회이다. 한편, IT 기술을 교통에 응용하여 smart card로 활용함으로써 고속도로 통행은 물론 필요한 정보를 얻을 수도 있다.

[그림 8]의 좌측은 최근 화두가 되고 있는 smart TV 개념이다. 종래의 TV가 단순 시청 기능이였다면 smart



[그림 6] 전자파를 이용한 암 진단 센서, 원격 진료 및 암 치료 개념

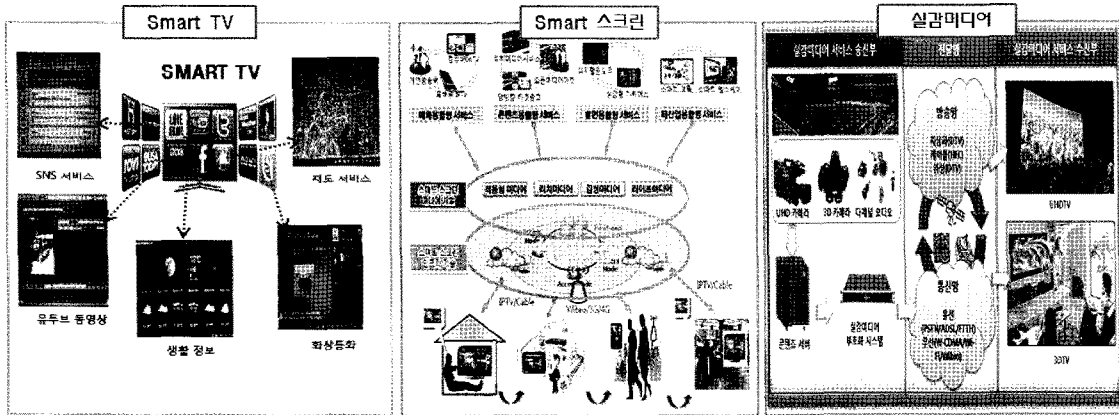


[그림 7] 스마트 폰을 이용한 LBS 서비스, 증강 현실 및 smart 교통. (자료출처: 디지털타임즈, <http://smarthighway.or.kr>)

TV는 PC와 같은 기능이 내장되어 internet은 물론 각종 응용 software를 download 받아서 실행시킬 수 있다. 따라서 미래에는 smart TV가 TV는 물론 가정 내의 home management 시스템으로 부상할 것으로 판단된다. 또한 가운데 있는 N screen service는 언제, 어디에서나 정보를 끊임없이 볼 수 있는 개념이다. 가정에서는 TV를 통하여, 밖에서는 휴대폰을 통하여, 그리고 필요에 따라서는 PC 등을 통하여 위치에 관계없이 정보를 끊임없이(seamless) 볼 수 있는 서비스이다. 우측에 있는 실감 미디어 서비스는 3차원

정보를 넘어서 마치 실제로 보는 것처럼 TV 서비스를 제공하는 개념이다. 이를 위해서는 광대한 대역폭이 소요되는데 정보량을 어떻게 압축하느냐? 필요한 대역폭을 어떻게 확보하느냐? 등이 서비스의 관건이다. 초기에는 유선 또는 위성을 이용한 서비스가 예상되고 있다.

[그림 9]는 스마트 워크와 mobile banking의 개념도이다. 이미 스마트 워크는 여러 곳에서 이미 적용되고 있어 우리의 귀에 낯익은 용어가 되어 있다. 이동통신과 각종 software의 통합으로 언제, 어디에서나 회사



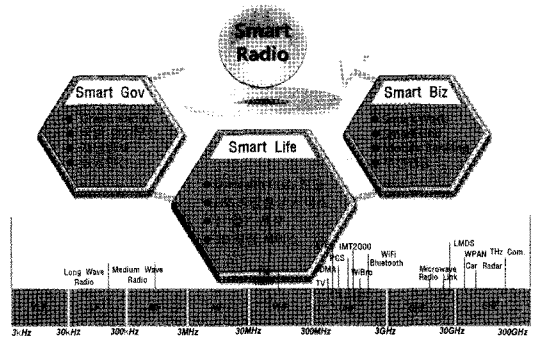
[그림 8] 스마트 TV, N screen, 그리고 실감미디어 서비스 개념

업무를 볼 수 있기 때문에 시간, 장소에 구애됨이 없이 근무가 가능해지고 있다. 한편, mobile banking도 이미 현실화되어 각종 결제를 휴대폰을 이용하여 시행하고 있다.

Ⅲ. 스마트 사회에서의 무선 트래픽

제 2장에서 스마트 코리아는 smart government, smart business, 그리고 smart life로 구성된다는 것을 설명하였고, 각종 예를 통하여 전파와 밀접한 관계가 있다는 것을 살펴보았다. [그림 10]은 이러한 관계를 개념적으로 정리하였다. 이미 잘 알려진 바와 같이 전파는 주파수 대역에 따라 전파 특성이 다르고, 또한 이용 가능한 대역폭이 다르다. 따라서 서비스 특성에 따라 주파수 대역과 대역폭을 정하여 다양한 서비스가 원활하게 제공될 수 있도록 하여야 한다.

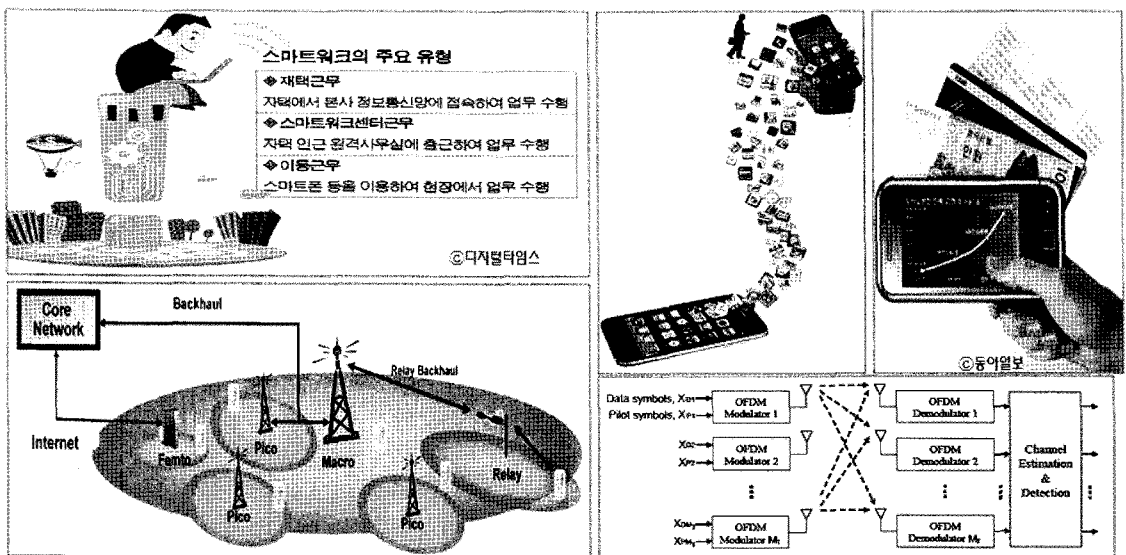
[그림 11]의 좌측 그래프는 미국의 Cisco systems, Coda Research, 그리고 Yankee Group에서 예측한 트래픽 자료이다. 각 그룹마다 차이는 있지만 2014년의 무선 트래픽은 2009년을 기준으로 할 때 약 20배



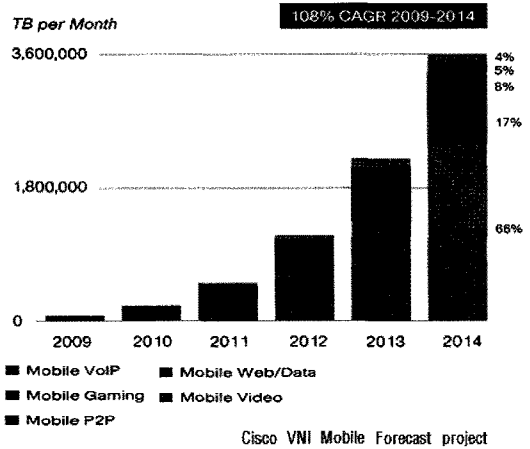
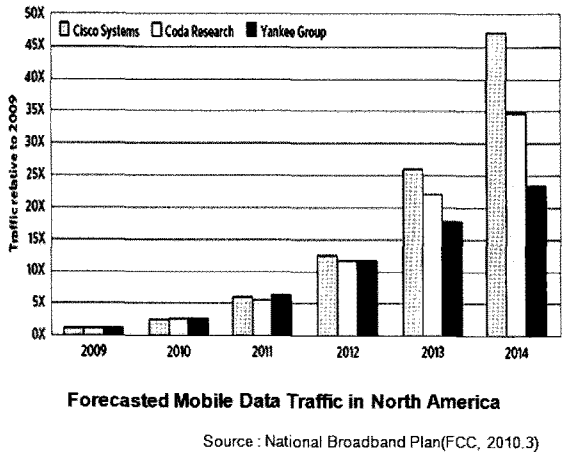
[그림 10] 스마트 코리아와 주파수 이용

에서 50배 정도 늘어날 것으로 예측하고 있다. 그러나 이 예측 자료는 스마트 폰, 스마트 패드, cloud computing 등의 본격적으로 등장하기 이전의 자료이기 때문에 실제로는 이보다 훨씬 늘어날 전망이다. 오른쪽에 있는 그래프는 서비스 형태에 따른 분석으로 mobile video가 전체의 66%를 차지하고, 그 다음으로 mobile web/data가 17%, mobile P2P가 8%, mobile gaming이 5%, 그리고 mobile VoIP가 4% 정도로 예측하고 있다.

[그림 12]는 영국의 Ofcom에서 예측한 무선 트래픽



[그림 9] 스마트 워크와 mobile banking



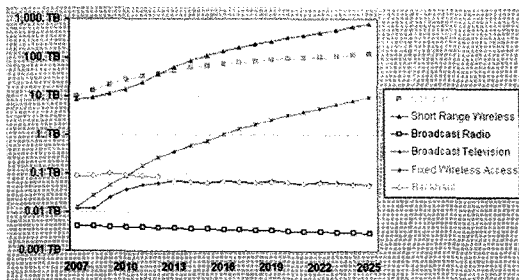
[그림 11] 미국에서의 무선 트래픽 예측

자료이다. 이 예측 보고서의 주요 특징은 2013년경에 short range wireless의 트래픽이 cellular traffic을 추월할 것으로 추정하고 있다. 그러나 이는 스마트폰이 본격적으로 사용되기 이전에 예측한 자료이기 때문에 시기적으로 다소 변동이 있을 수 있으나, 추세는 맞는 방향으로 판단된다. 우리나라의 경우, 이미 wi-fi 이용이 폭증하여 통신사마다 wi-fi 망을 확충하는 상황을 볼 때 미래에는 short range wireless 트래픽이 매우 많아질 것으로 보여진다. 한편, 방송의 트래픽은 정체될 것으로 예측하고 있다.

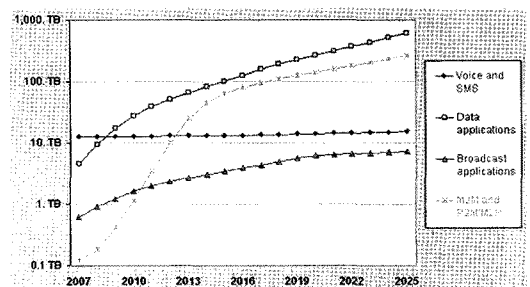
서비스 형태에 따른 분석은 [그림 13]에 나타낸 바와 같이 data applications과 M2M communications은 폭발적으로 늘어날 전망이고, voice는 정체, 그리고 방송

정보는 점진적으로 늘어날 것으로 추정하고 있다. 특히 data applications는 2009년을 기점으로 voice traffic을 추월하고, M2M communications는 2012년경에 voice traffic을 추월할 것으로 예측하고 있다.

[그림 14]는 일본에서 추정한 mobile 트래픽 예측 자료이다. 이 자료에 의하면 mobile 트래픽은 2007년을 기준으로 2020년에 325배로 늘어날 것으로 예측



[그림 12] Ofcom의 서비스 영역별 무선 트래픽 예측



[그림 13] Ofcom의 데이터 형태별 무선 트래픽 예측

	2007년	2008년	2010년	2015년	2017년	2020년
트래픽(주1)	1	2	4	51	325	325
주파수 유효 이용률(주1)	1	2	6	18	85	85
주파수 대역폭	4500MHz	4500MHz	4500MHz	약1.4GHz	약1.9GHz	약1.9GHz

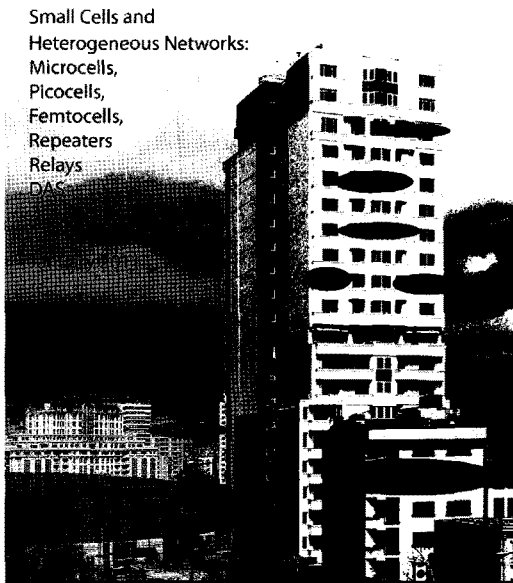
[그림 14] 일본의 무선 트래픽 예측

하고 있다. 그리고 기술 발전에 힘입어 2020년의 주파수 이용효율이 2007년을 기준으로 85배 향상시킴으로써 mobile communications을 위한 소모 대역폭이 1.9 GHz 정도 될 것으로 판단하고 있다.

IV. 스마트 사회를 위한 Smart Radio 기술

제 3장에서 검토한 바와 같이 미래 스마트 사회에서는 전파의 이용은 공급보다 수요가 훨씬 많아서 동일 채널 또는 인접 채널의 간섭이 존재하는 환경에서 통신을 하는 경우가 점차 늘어날 전망이다. 특히 우리나라는 아파트 등이 주요한 생활공간이기 때문에 [그림 15]에 도시한 바와 같이 각 세대별로 다양한 personal area network이 존재하고, 각 통신사의 cellular network와 방송사의 broadcasting network 등이 복잡하게 구축되기 때문에 3차원 전파 간섭이 존재할 가능성이 크다.

이와 같이 3차원의 전파 간섭이 존재할 수 있는 환경에서 전파는 어떠한 역할을 하여야 할까? 아무리

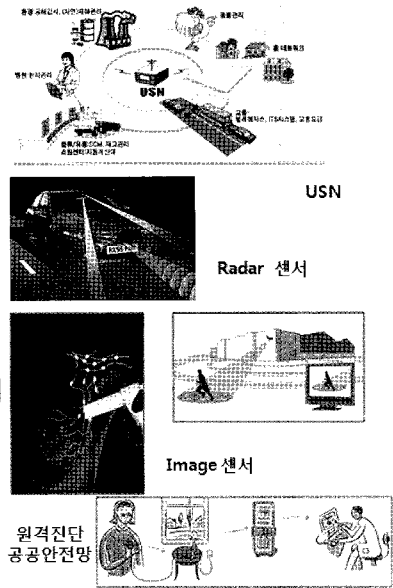
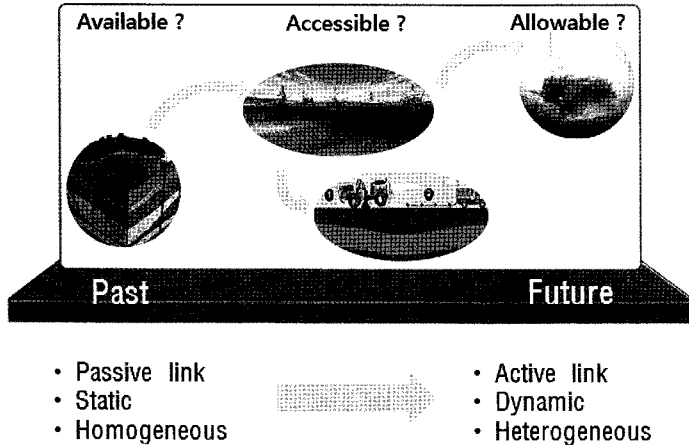


[그림 15] 3차원 전파 환경

software를 스마트하게 짜더라도 기본적인 무선 통신의 엔진이 부실하면 스마트한 사회를 구축할 수 있겠는가? 여기에서 우리는 전파의 역할이 얼마나 중요한지를 다시 한 번 인식하고, 스마트 사회를 구축하기 위해서는 핵심 엔진인 전파에 대한 폭 넓은 연구가 선행되어야 함을 널리 홍보하여야 할 것이다. [그림 16]은 스마트 사회에서 전파의 역할을 2가지로 정리하였다. 첫째는 간섭이 있는 환경에서 폭증하는 트래픽을 안전하고, 신뢰성 있게 전달하는 smart link 기능이고, 다른 하나는 전파를 이용한 새로운 고정밀 센서를 개발하는 것이다.

[그림 17]은 전파를 이용하여 개발할 수 있는 센서의 종류를 열거하였다. 전자파를 이용한 인체 진단 및 계측, 각종 환경 센서, 각종 보안을 목적으로 한 움직임 감시, 차량용 영상 인식, 지하자원 탐사, 국방용 센서 등 그 종류는 매우 다양할 것이다.

본 고를 정리하는 관점에서 스마트 코리아를 위한 smart radio 기술을 [그림 18]에 도시한 바와 같이 정리하였다. Smart radio 기술은 smart link 기술과 smart sensor 기술로 정리할 수 있겠다. 그리고 스마트 사회에서 더 나아가 저탄소 녹색사회를 구현하기 위한 green radio 기술, IT 기술을 토대로 타 산업과의 융합을 통한 새로운 성장 동력 개발을 추가하여 스마트 코리아를 건설하면 좋겠다는 의견을 제시한다. Smart link 기술에서는 주파수 이용 효율을 획기적으로 높일 수 있는 beam-forming 기반의 다원 접속 기술이 중요한 분야가 될 것으로 판단된다. 한정된 전력을 필요한 곳에만 보냄으로써 전력의 줄임 뿐만 아니라 공간적인 재 활용을 통하여 주파수 이용 효율을 획기적으로 높일 수 있기 때문이다. 이 외에도 최근에 각광을 받고 있는 cognitive radio 기반의 무선 기술이 이 분야의 핵심 기술이 될 것이다. Smart sensor는 앞에서 설명하였기 때문에 생략하고, green 전파 기술은 2장에서 이미 설명하였기 때문에 설명은 생략한다. 끝으로 IT 산업 융합은 우리나라의 신성장 동력을 계속 발굴하기 위하여



[그림 16] Smart radio 개념

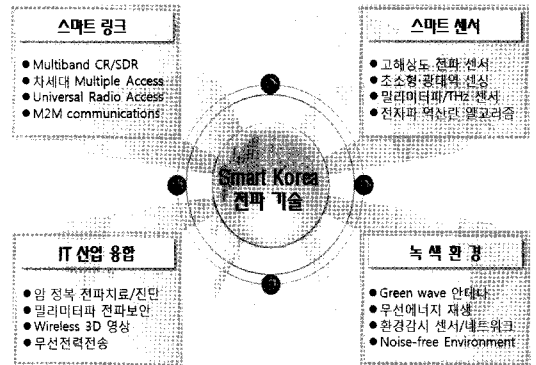


[그림 17] Smart sensor 종류

지속적으로 융합 산업을 창출하여야 할 것이다.

V. 결 론

본 고에서는 스마트 사회의 정의를 살펴보고, 스마트 서비스에 대하여 검토하였다. 그리고 이를 토대로 미래 우리 사회에서 전파를 얼마나 이용할 것인가?



[그림 18] Smart radio 기술 분류

이러한 상황에서 전파는 어떠한 역할을 하여야 하는지? 등에 대하여 알아보았다.

3차원의 전파 간섭이 존재할 수 있는 환경에서 전파는 어떠한 역할을 하여야 할까? 아무리 software를 스마트하게 짜더라도 기본적인 무선통신의 엔진이 부실하면 스마트한 사회를 구축할 수 있을까? 여기에서 우리는 전파의 역할이 얼마나 중요한지를 다시 한 번 인식하고, 스마트 사회를 구축하기 위해서는

핵심 엔진인 전파에 대한 폭 넓은 연구가 선행되어야 함을 널리 홍보하여야 할 것이다.

현재까지의 검토 결과, 이제까지와 달리 스마트 사회에서 전파 간섭을 되도록 줄이려면 OFDMA 기반의 beam-forming 기술이 중점적으로 상용화되도록 하여야 할 것이고, 각종 전자파를 이용한 창의적 전파 이용 기술, 그리고 녹색 사회 구현을 위한 RRH 기술 등은 미래에 매우 유용한 기술이 될 것이다. 또한 전파를 이용한 각종 센서, 즉 의료 센서, 각종 레이다 응용, 그리고 각종 원격 탐사 및 환경 센서 등에 활용되어야 할 것이다. 그리고 기술 개발과 함께 정책 개발도 병행되어야 한다. 비록 한정된 공간으로 인하여 이번 호에서는 정책에 대한 검토는 생략되었지만 스마트 사회에 걸 맞는 스마트 전파 정책이 반드시 병행되어야 한다. 이 문제는 전파정책전문위원회에서 지속적으로 연구하여야 할 분야이다.

끝으로 스마트 사회의 정의에 나타난 바와 같이 스마트 사회에서 우리 구성원 모두가 더 행복해지려면 스마트 사회에 적극 동참하여 smart life를 만끽하려

는 자세가 필요할 것이다. 우리 모두 스마트 사회를 적극적으로 포용하는 smart person이 되어 조만간 우리 앞에 펼쳐질 스마트 사회를 능동적으로 맞이하자.

참 고 문 헌

- [1] 백인수, "Smart IT를 통한 Smart KOREA 구현 방향", IT 정책시리즈, 제18호, 2010년 9월.
- [2] 김성태, "새 사회 패러다임-스마트 사회", 스마트 코리아2020, 2010년 9월.
- [3] 김창주, "Smart KOREA 구현을 위한 전파기술 및 정책", 전파강국실현을 위한 전파정책 및 기술토론회(II), 2010년 12월.
- [4] 유흥렬, "무선 데이터 트래픽 동향", 전파강국실현을 위한 전파정책 및 기술토론회(II), 2010년 12월.
- [5] 박덕규, "일본의 전파정책동향", 전파강국실현을 위한 전파정책 및 기술토론회(II), 2010년 12월.

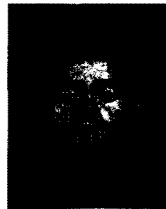
≡ 필자소개 ≡

김 창 주



1993년: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)
 1999년~2001년: ETRI 이동통신 모델링 구부장
 2003년~2010년: ETRI 전파기술연구부장
 [주 관심분야] 전파기술, 이동통신 및 cognitive radio 등

최 형 도



1986년 2월: 고려대학교 재료공학과 (공학사)
 1989년 8월: 고려대학교 재료공학과 (공학석사)
 1996년 8월: 고려대학교 재료공학과 (공학박사)
 1997년 1월~현재: 한국전자통신연구원 전자파환경연구팀장

[주 관심분야] EMI/EMC, 전자파 인체영향

홍 헌 진



1986년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학사)
1990년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학석사)
2003년: 충남대학교 전자공학과 박사 수료
1990년 2월~현재: 한국전자통신연구원 책임연구원

[주 관심분야] 스펙트럼엔지니어링, 전파전파, RF기술

이 일 규



1992년 2월: 충남대학교 전자공학교육과 (공학사)
1994년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학석사)
2003년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학박사)
1994년 2월~2004년 12월: 한국전자통신연구원 선임연구원

2004년 3월~현재: 공주대학교 전기전자제어공학부 부교수
2007년 1월~2008년 2월: 미국 조지아텍 교환교수
[주 관심분야] RF 시스템, 초고주파회로 설계, 전자파간섭, 스펙트럼공학

변 우 진



2000년 2월: 한국과학기술대학교 전기 및 전자공학과(공학박사)
1999년 11월~2004년 8월: 삼성전기(주) 책임연구원
2004년 9월~현재: 한국전자통신연구원 디지털방송연구단 선임연구원

[주 관심분야] RF/밀리미터파/테라헤르츠 통신 시스템 및 센서 기술, 전자파 수치해석, 밀리미터 파 CMOS/GaAs 칩 및 안테나 설계

박 덕 규



1984년 2월: 인천시립대학교 전자공학과 (공학사)
1986년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
1992년 4월: 일본 게이오대학교 전기공학과 전기공학 (공학박사)
1992년~1995년: 일본 우정성 통신종합

연구소
1995년~현재: 목원대학교 정보통신공학과 교수
2002년: 일본 전자정보통신학회(IEICE) 우수 논문상 수상
[주 관심분야] 무선통신, 주파수분배, 소출력, 스마트폰 애플리케이션

정 병 장



1988년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)
1992년 2월: 한국과학기술대학교 전기 및 전자공학과 (공학박사)
1994년 5월~2003년 5월: 삼성종합기술원 전문연구원
2003년 6월~2010년 1월: ETRI 차세대

이동통신방식연구팀 책임연구원
2010년 2월~현재: ETRI 인지무선연구팀장
[주 관심분야] Cognitive Radio, 통신신호처리, 이동통신 물리계층

김 영 수



1981년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1983년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
 1988년 12월: Arizona State University
 전기공학과 (공학박사)
 1985년 5월~1986년 5월: Consultant, Sig-

nal-System Technology Inc., U.S.A.
 1986년 6월~1988년 12월: Research Associate, Arizona State University.
 1989년 3월~1992년 8월: ETRI 전파기술부 전파응용연구실 실장
 2002년 1월~2003년 2월: Visiting Faculty, MPRG, Virginia Tech., U.S.A.
 1992년 9월~현재: 경희대학교 전자정보대학 전자전파공학과 교수
 [주 관심분야] 통신신호처리, RFID, SDR/CR, 스펙트럼 공학

윤 현 보



현재: 동국대학교 전자공학과 명예교수,
 한국전자과학회 명예회장
 [주 관심분야] EMI/EMC, 안테나 설계 및 해석, 이동통신

백 정 기



1978년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학사)
 1985년 9월: Virginia Tech. 전자파전파 (공학석사)
 1988년 9월: Virginia Tech. 전자파전파 (공학박사)
 1978년 3월~1983년 2월: 국방과학연구소

1988년 10월~1989년 2월: 한국전자통신연구원
 1989년 3월~1995년 2월: 동아대학교 전자공학과 부교수
 2009년 1월~2009년 12월: 한국전자과학회 회장
 1995년 2월~현재: 충남대학교 전자공학과 교수
 2002년 3월~현재: 충남대학교 전자파환경기술연구(EMERC) 센터장
 [주 관심분야] 전자파전파, 전자파산란, 전자파인체 영향