

Smart Korea와 Smart Life를 위한 전파자원 이용정책 동향

Spectrum Utilization Policy for Smart Korea and Smart Life

스마트 시대의 IT 정책 및 표준화 동향 특집

김태한 (T.H. Kim) 규제진화연구팀 선임연구원
장재혁 (J.H. Jahng) 규제진화연구팀 선임연구원
성기훈 (K.H. Sung) 기술경제연구부 연구원

목 차

-
- I . 서론
 - II . Smart Korea와 Smart Life의 개념
 - III . Smart Korea 구현을 위한 전파자원 이용정책
 - IV . Smart Life 구현을 위한 전파자원 이용정책
 - V . 결론

최근 우리나라 사회의 각 분야에 걸쳐 Smart Korea를 구축하고자 하는 노력이 활발히 이루어지고 있다. 이는 각 개인뿐만 아니라 기기들도 지능적인 사고를 통해 서로 유기적으로 연결될 수 있는 체제를 의미하는데, 국가 전체적인 관점에서 Smart Korea가 구현되기 위해서는 각 개인의 관점에서의 똑똑한 삶인 Smart Life가 구현되어야 한다. 이러한 Smart Korea와 Smart Life의 구현을 위해서는 무선 통신을 위한 필수적 자원인 전파자원의 효율적인 활용이 기술적인 측면에서 뿐만 아니라 정책적인 측면에서도 중요하다. 본 고에서는 먼저 Smart Korea와 Smart Life의 개념을 살펴보고, 각각의 구현을 위한 전파자원의 이용정책 동향에 대해 기술하고자 한다.

I. 서론

최근 유무선 통신 인프라가 발달하고 이에 기반하여 스마트폰, 태블릿(tablet) PC 등 각종 정보기기들의 이용이 늘어남에 따라, 각 개인이 보유하고 활용할 수 있는 정보의 양이 증가하고 있으며, 국가 전체적으로도 정보의 유통속도가 빨라지게 되었다. 이와 같이 각 개인의 정보수준이 높아지고 개별 IT 기기의 컴퓨팅 능력이 발전하면서, 개인, 사물, 시스템, 프로세스에 지능이 부여되는 똑똑한 스마트 사회가 구현될 수 있는 기반이 마련되고 있다[1]. 우리나라를 구성하는 개개의 사회가 지능화되어 대한민국 전체적으로 지능화가 확산되었다고 판단할 수 있을 때 Smart Korea가 구현되었다고 말할 수 있으며, 이때 Smart Korea를 구성하는 개개의 사회와 개인은 똑똑한 삶, 즉 Smart Life를 누릴 수 있게 될 것이다.

Smart Korea를 이루는 데 가장 필요한 것은 강력한 컴퓨팅 기능을 바탕으로 각 개인이 처한 상황을 실시간으로 판단하여 목표 달성을 위한 의사결정을 도와줄 수 있는 각종 IT 기기들을 활용하는 것이며, 이를 위해서는 적시에 정보를 수집하고 타인과 공유할 수 있는 광대역 통신망의 확보와 적절한 정보공유 프로세스 확립이 필수적으로 요구될 것이다. 뿐만 아니라, 가까이 있는 개인간의 자발적인 정보교환과 네트워크 형성을 위해 기기간 정보공유가 가능한 근거리 통신망의 확보도 필요할 것이다.

유선 기반의 인프라보다 무선 통신망이 급격하게 확충되고 각종 이동통신 기술이 발달하고 있는 최근의 상황을 고려해 볼 때, 대용량 정보의 빈번한 유통이 가능하도록 하여 Smart Korea를 구현하기 위해서는 전파자원의 적절한 활용이 무엇보다도 중요할 것이다. 특히 통신뿐만 아니라 비통신용으로도 활용되는 등 전파자원이 우리 일상생활에 광범위하게 활

용되고 있는 상황이므로, 적절한 주파수 대역을 선택하고, 이를 활용하여 정보의 대량 유통이 가능하도록 하는 전파자원 이용정책은 날로 그 중요성이 증가하고 있다. 또한, 전파자원은 그 양이 한정되어 있는 국가 중요 자원이므로 광대역 통신망 및 근거리 통신망에 사용하기 위해서는 이용의 효율성과 공평성을 고려한 주파수 분배, 할당, 지정 등의 전파관리 정책이 요구된다.

본 고에서는 먼저 Smart Korea와 Smart Life의 개념을 살펴보고, 각각을 구현하기 위한 전파자원 이용의 최근 동향에 대하여 논의하고자 한다. Smart Korea 구현과 관련해서는 날로 증가하고 있는 모바일 트래픽을 수용하기 위한 방안을 주로 논의하며, 이를 위한 주파수 자원의 확보 동향에 대해 알아보기로 한다. Smart Life 구현과 관련해서는 소출력의 각종 생활밀접형 주파수의 활용방안에 대해 살펴보고, 근거리 무선통신망을 확충하기 위한 전파자원 이용방안에 대해 논의하기로 한다.

II. Smart Korea와 Smart Life의 개념

1. Smart Korea의 개념

Smart Korea는 ‘개인, 사물, 시스템, 프로세스 등 모든 것에 스마트 기술이 적용되어 어려운 현안을 똑똑하게 해결하고 구성원들 모두가 더 행복해지는 대한민국’이라고 정의할 수 있으며, 에너지, 환경, 경기 침체 등 당면한 국가 현안 문제를 해결하여 더 효율적이고 생산적인 국가 시스템이 구현된 모습이라고 할 수 있을 것이다[1],[2]. Smart Korea가 구현되면 개인과 개인간의 정보 흐름이 원활해지고 자유로워질 뿐만 아니라, 기기와 기기간의 자율적이고 지능적인 정보 전송이 활발하게 진행되므로 우리 삶의 수준

이 한 단계 더 업그레이드되는 계기가 될 것이다.

Smart Korea의 모습은 관련 자료마다 조금씩 차이가 있으나, 크게 공공부문, 민간부문, 환경부문 등 3가지로 나누어 살펴볼 수 있다. 먼저, 공공부문은 Smart 정부, 복지, 교육, 교통, 공공안전 등으로 구현될 수 있다. Smart 정부는 국가 경영을 위해 지능화된 인프라를 구축하는 것뿐만 아니라 전반적인 국가 운영에 있어서도 스마트화가 진행되어 보다 높은 수준의 대국민 서비스를 제공할 수 있는 것을 의미한다. Smart화는 복지 및 교육분야에도 적용될 수 있는데, 계층간 정보격차를 해소하고 모든 국민이 동등한 정보 접근기회를 가지게 되어 각자가 처한 생활 환경이나 경제적 수준에 구애됨이 없이 동일한 복지나 교육 혜택을 받을 수 있는 상태를 의미한다. 또한 최근 재난이나 테러에 대처할 수 있는 공공안전 문제가 이슈가 되고 있는데, Smart Korea가 구현되면 공공 안전을 위한 정보가 모든 국민에게 제공되고 유사시 대처 방안까지도 제공될 수 있을 것이다. 그리고 교통을 위한 정보 네트워크나 자동차간 통신 등 국가 차원의 인프라를 구축하는 것도 공공부문의 Smart Korea의 구현이라고 볼 수 있다.

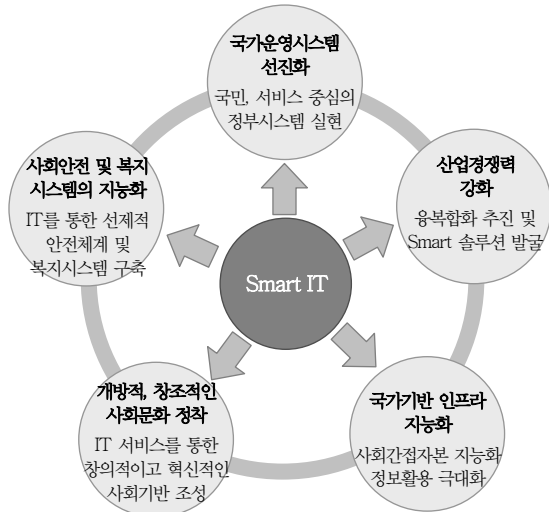
Smart Korea의 두번째 모습은 각 개인이나 기업들의 경제생활과 일상생활 속에서 Smart화가 진행된 민간부문의 모습이며, 구체적으로는 Smart Business, Smart Work, Smart Culture 등이 있다. 스마트 비즈니스는 종전의 사람 중심, 관행 중심의 비즈니스 수행에서 탈피하여 발달된 컴퓨팅 능력을 갖춘 사람 중심, 개체 중심의 비즈니스 수행을 의미한다. 개개의 사물이나 업무의 대상이 지능을 가지고 서로 정보를 교환하며, 스스로 판단하여 일을 처리하거나 자발적으로 사업 모델(business model)을 창출하는 등 산업계 전반의 지형이 변동되며, 이러한 과정에서 이중 산업간 융합 현상이 가속화되고 연관 산업 생태계

의 선순환구조가 확립될 것이다. Smart Korea를 산업 관점에서 바라본 것이 Smart Business라면, 각 개인의 노동력 제공 관점에서 바라본 것은 Smart Work라고 할 수 있을 것이다. 과거의 재택근무 개념에서 더 발전한 형태인 Smart Work는 근로자가 제공하는 노동력을 좀 더 지능적이고 효율적인 방식으로 제공하게 한다. 이를 통해 기업들의 성과는 높아져 각 개인의 시간 소비는 줄어들게 하고, 절약되는 시간을 다시 창의적인 활동에 사용하여 근로자 개인과 조직의 효율성이나 성과를 더욱 높이는 방법이다. Smart Business나 Smart Work가 개인과 조직의 효율성, 성과를 물리적이거나 경제적으로 높이는 방법인데 비해, Smart Culture는 개인과 조직의 감성을 발달시키고 삶을 더욱 풍요롭게 해줄 수 있는 바탕이 된다. 발달된 IT 서비스를 통해 지리적인 조건에 관계없이 문화적인 격차를 해소시키고 최신 문화생활을 영위하게 함으로써 각 구성원의 소속감을 높이고 다양한 영감을 얻게 할 수 있다.

마지막으로, Smart Korea는 환경부문에도 적용될 수 있는데, 이는 최근 화두가 되고 있는 green화 또는 저탄소 녹색성장을 이끄는 인프라라고 할 수 있다. 발달된 IT 기술과 서비스를 바탕으로 개인이 환경 친화적인 삶을 살 수 있도록 환경보호나 오염정보 시스템을 제공하는 것은 물론, 기업이 친환경적인 자재를 사용하거나 에너지를 절약하도록 하여 탄소배출량 감소에 도움을 주는 것이다. 특히, IT 분야는 제조업과 달리 탄소배출량이 적은 것처럼 보일 수 있으나, IT 기기 제조나 활용, 폐기 단계에 걸쳐 많은 양의 전력을 소모하고 환경오염 요소를 많이 배출하게 되므로, 이를 최대한 완화시킴으로써 환경보호에 이바지할 수 있도록 한다.

이상 살펴본 공공부문, 민간부문, 환경부문의 Smart Korea는 저출산 고령화 대책, 복지 및 재난 대비, 방

통용합 IT 서비스 고도화, 저탄소 녹색성장 등 국가적 당면 과제를 해결할 수 있는 개념으로 자리잡고 있으며, 물리적으로는 대용량 트래픽을 수용할 수 있는 원거리, 광대역 통신망에 근거하고 있다. 즉, Smart Korea는 대용량 트래픽을 원활하게 수용하고 특히 전파를 이용한 무선 데이터 트래픽을 실시간으로 처리함으로써 다양하고 고도화된 각종 IT 서비스가 제공되는 것을 전제로 하고 있다. Smart 기술을 통해 국가 전체적으로 선진화된 Smart Korea의 모습을 (그림 1)에 제시하였다.



<자료>: 한국정보화진흥원[1]

(그림 1) Smart IT를 통한 국가사회 선진화

2. Smart Life의 개념

국가 전체적인 관점에서 Smart Korea가 구현된다면, 각 개인의 관점에서는 Smart Life가 구현된다고 할 수 있다. Smart Life는 Smart Korea의 부분집합 개념으로서, 개개인의 Smart Life가 합쳐져서 국가 전체적인 Smart Korea가 완성된다. 앞서 언급한 Smart Korea의 정의를 참고하여 Smart Life를 정의하면, '각 개인, 사물, 시스템, 프로세스에 지능이 내

재되어 언제, 어디서나 공통의 관심사를 가진 누구와도 소통할 수 있는 삶'이라고 할 수 있다.

Smart Life는 Smart Korea와 기본적인 개념은 유사하나, 그 범위가 좁으며 국가 주도가 아닌 각 개인의 자발적인 참여와 공유를 통해 이루어지는 점이 특징이다. 따라서, 통신사업자뿐만 아니라 각 사용자, 장비 제조사, 콘텐츠 사업자 등 모든 시장 참여자가 서로 동등한 위치에서 자유로운 경쟁을 통해 경쟁함으로써 보다 나은 삶(life)을 발전시켜 나가는 점이 국가적 규모의 Smart Korea와 차별화되는 점이라고 할 수 있다.

이러한 Smart Life는 최근 우리 삶의 방식이 변화함에 따라 더욱 그 필요성이 커지고 있는데, IT 기술과 기기의 발달로 개인이 많은 양의 정보를 빠르게 습득, 보유할 수 있게 되고, 이를 바탕으로 합리적인 의사결정을 하기 위해 자발적인 정보 공유와 조직 구성원간 소통이 필요하게 된 점이 Smart Life를 요구하는 동기라고 볼 수 있다. 즉, 개인들이 자발적으로 소규모 공동체(community)를 형성하고, 관련 정보와 콘텐츠들을 적시에 자유롭게 보급시킬 수 있는 환경이 필요하게 된 점이 Smart Life를 구현하도록 유도하는 동인이 된 것이다. 최근 SNS가 등장하고, 이를 스마트폰 등 휴대용 IT 기기에서 실행시켜 거의 실시간으로 정보를 공유할 수 있게 된 것도 이러한 Smart Life가 우리 실생활에 구현된 하나의 예가 될 수 있을 것이다.

Smart Life의 특징은, 앞서 언급했듯이 국가나 대규모 사업자 주도가 아닌, 사용자 또는 관련 기업들의 자발적인 참여로 이루어지는 특징을 가지고 있으므로, 비즈니스 관점에서도 새로운 사업 모델을 제시할 수 있을 것으로 기대된다. 즉, 필요시마다 적시에 소규모 공동체를 구성하고 목적 달성 이후에는 쉽게 해체가 가능하므로, 사용자들이 부담없이 필요한 정보

의 유통과 이를 바탕으로 한 수익창출에 기여할 수 있게 된다. 또한, 각 시장참여자의 창의성이 Smart Life를 통해 발휘되어 더욱 창의적인 서비스나 애플리케이션의 개발과 보급이 촉진되므로 각 참여자가 얻게 되는 유, 무형의 효익은 더 커질 수 있을 것이다.

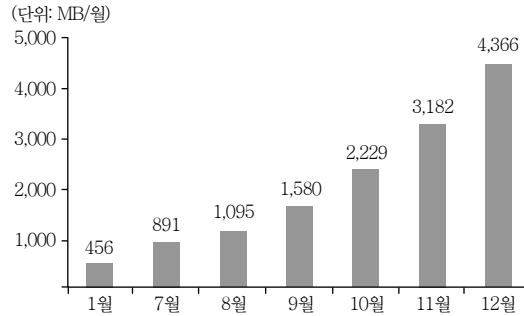
이러한 Smart Life가 구현되면, 이용자들이 자발적인 공동체를 구성하고 이를 바탕으로 자유롭게 참여, 정보를 공유함으로써 삶의 질이 향상될 수 있으며, 관련 콘텐츠, 애플리케이션이나 장비산업(단말기 및 Access Point 등)이 발전하는 등 IT 관련 생태계의 선순환효과가 기대된다. 또한, 모든 기기가 컴퓨팅 능력을 보유하고 정보를 획득, 처리할 수 있게 되면서 모든 사물이 네트워크로 연결될 수 있는 M2M 시대가 곧 도래할 것으로 예상되므로, Smart Life의 구현은 이러한 M2M의 패러다임 변화와 맞물려 우리 일상생활에 큰 변화와 효익을 가져다 줄 것으로 전망된다.

III. Smart Korea 구현을 위한 전파자원 이용정책

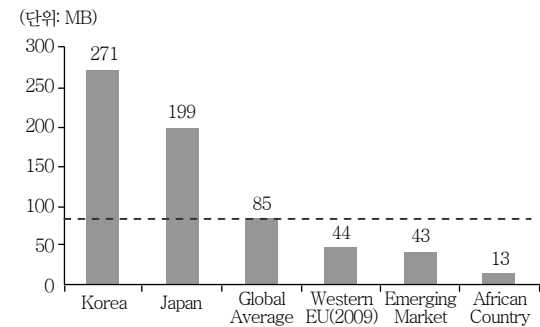
본 장에서는 먼저 Smart Korea를 구현하기 위해 반드시 필요한 모바일 데이터 트래픽의 최근 증가 추세에 대해 분석해 보고, 이들 트래픽을 구축하기 위한 필요 주파수 대역폭 산출, 주파수 확보 정책, 이와 관련한 국내의 추진 현황에 대해 살펴보기로 한다. 또한, 이를 종합하여 Smart Korea 구현을 위한 전파자원의 활용 방안에 대해 논의하기로 한다.

1. 모바일 트래픽 증가 추이

2010년 12월 기준, 국내 모바일 트래픽은 4PB (petabyte, 1PB=1000TB)를 돌파하였으며(그림 2) 참조), 이는 2010년 1월 대비 무려 10배 이상 증가한



(그림 2) 국내 모바일 트래픽 추이(2010년)



<자료>: Informa Telecoms & Media, 2010.

(그림 3) 스마트폰 사용자의 월평균 트래픽 비교

수치이다. 이는 가입자 유치 경쟁으로 인한 무제한 데이터 요금제 시행, 스마트폰 가입자 급증, 태블릿 PC 보급, Wi-Fi 이용확산 등으로 데이터 사용량이 지속적으로 늘어난 효과로 추정되고 있다. 뿐만 아니라, 2010년 7월 기준으로 국내 사용자 당 스마트폰의 데이터 사용량은 271MB(월)로 세계 평균 85MB(월)의 3.2배 수준이며, 이 중 iPhone의 데이터 사용량이 299MB(월)로 가장 큰 것으로 나타나고 있다(그림 3) 참조).

최근 스마트 디바이스 확산으로 국내 스마트폰 가입자 수는 2010년 말 707만 명을 넘어섰고, 월 평균 데이터 사용량은 일반폰의 약 50배 수준에 이르며 사용량도 점점 증가하는 추세이다. 또한 모바일 서비스 이용자의 사용 패턴이 끊임없는 고품질 인터넷 사용 선호, 텍스트에서 영상 콘텐츠 이용으로 전환되고 있으며, 네트워크 기반 애플리케이션 사용 증가 등

데이터 중심으로 변화되고 있다. 따라서 향후 모바일 트래픽은 스마트폰의 급격한 확대 지속, 개별 사용자의 월평균 사용량 증가, 태블릿 PC 등 고성능 단말 출시 및 확대, 사업자간 서비스 및 요금경쟁 가속화 등을 이유로 크게 증가할 전망이다. 이러한 모바일 데이터 트래픽 폭증 양상에 대한 대응 방안에는 크게 ① heavy user, 대용량 애플리케이션과 같은 ‘특정 트래픽에 대한 이용제한 또는 차단’, ② OPMD, 정액형 요금제 등과 같은 ‘세분화된 요금제의 적용’, ③ Wi-Fi, Femtocell 등과 같은 ‘우회망을 통한 트래픽 분산’, ④ LTE, WiBro Evolution 등 ‘차세대망으로의 진화’로 구분되고 있다[3]. 그 중 본 고에서는 전파자원 활용 관점에서 광대역 무선네트워크 구축을 위한 주파수 이용(우회망, 차세대망)과 모바일 광대역 서비스를 위한 주파수 확보 전략 등을 해외사례와 국내 추진 현황을 통해 조명하고자 한다.

2. 모바일 광대역 구축을 위한 해외사례

모바일 광대역 데이터 서비스의 폭발적인 성장은 주파수의 사용과 가치에의 영향뿐만 아니라, 마이크로웨이브 무선 백홀(backhaul)과 5GHz 이상 대역에서의 점대다(point-to-multipoint) 통신시스템을 필요로 하고 있다. 그리고 무엇보다 추가 주파수에 대한 요구가 절실한데, 그 이유로는 데이터 사용 증가는 기술 혁신에 따른 주파수 효율성 향상만으로는 한계가 있고, 현재 사용하는 주파수 대역은 대부분 사업자에 의해 분산되어 있어 LTE 채널(최적 20MHz) 등 모바일 광대역 서비스를 지원하기에는 대역폭이 비교적 좁다. 또한 인접 대역을 여러 사업자에게 할당하고 있기 때문에, 새로운 통신시스템에 보호대역(guard band) 설정을 필요로 하는 문제도 있다.

이에 ITU-R은 IMT-2000 및 IMT-Advanced

〈표 1〉 Predicted Spectrum Requirements by the Year 2020 for IMT

		(단위: MHz)	
		Low	High
Total		1,280	1,720
Region1 (유럽)	Identified	693	693
	Net Additional	587	1,027
Region2 (미주)	Identified	723	723
	Net Additional	557	997
Region3 (아시아)	Identified	749	749
	Net Additional	531	971

<자료>: ITU

주파수 대역폭 수요를 예측하여 2020년까지 모바일 상업용 주파수의 소요량을 최소 1280MHz에서 최대 1,720MHz 추정할 바 있다(<표 1> 참조).

미국 FCC는 ‘National Broadband Plan’을 통해 공정경쟁기반조성, 주파수 확보, 서비스 활용방안 등의 정책방안을 발표하였으며, 스마트폰 등의 수요와 주파수 이용 효율성 증대에 따른 공급증가를 감안할 때, 단기적으로 2015년 내에 300MHz를 장기적으로 2020년까지 500MHz를 추가 확보할 방침이다[4]. 특히, 주파수 관련 정책으로는 ‘세계 최고의 광대역 모바일 인프라 및 혁신 증진’이라는 주제 하에 ① 모바일 광대역용 주파수의 추가 확보, ② TV White Space를 비면허 대역으로 개방하는 등 혁신적 주파수 이용 모델의 기회 확대, ③ 모바일 로밍, 무선백홀 유연성 증대, 주파수 2차 시장 완화 등 주파수 이용의 장벽 제거, ④ NTIA와의 공조 등 주파수 할당과 이용에 관한 데이터 및 투명성 확보 등의 세부내용을 추진하고 있다.

일본은 전파이용의 폭발적인 확대, 무선인지 기술과 새로운 무선통신 기술을 이용한 시스템과 서비스 실현, 무선과 가전기기의 융합, 지역활성화, 환경문제 대응 등 새로운 분야에서 전파이용이 출현할 것에 대비하여 ‘세계 최선단 무선광대역 환경 구축’ 및 ‘유비

쿼터스 네트워크 사회실현'을 위한 전파정책을 고려하고 있다. 우선 주파수 수요에 대한 충분한 예상을 통한 조기 대응을 위해 2020년도까지 휴대전화 주파수 수요는 2007년 대비 3.8배인 약 1.9GHz를 예상하고 현재 약 500MHz에서 1.4GHz 증대 필요성을 피력하고 있다. 이동통신 트래픽은 325배 증가할 것으로 예상하여 다양한 무선통신 수요를 발굴하고 이용효율이 높은 시스템 보급과 CR 등 유휴주파수 이용 기술 도입으로 주파수 유효이용률 향상을 도모하고 있다[5]. 이를 통해 전파이용이 가져오는 서비스로서 인텔리전트 단말시스템, 무선 광대역시스템, 가정내 무선시스템, 의료·저출산·고령화 대응시스템, 안심·안전 자영시스템 등을 미래상으로 예상하고 있다.

영국 Ofcom은 향후 주파수 부족을 고려해야 할 분야를 핵심적인 수요 동인과 공급측면을 분석하여 6가지 시나리오에 따른 서비스별 주파수 부족을 예측하였다. 수요측면에서는 영상 스트리밍, 기기 간 통신 수요의 증가 등을 고려하였고, 공급측면에서는 digital dividend 개방, 소형 셀 사용에 따른 주파수 효율성 증대, 2.6GHz 및 2.7~4GHz 공급으로 주파수 확보가 가능할 것으로 보고 있다. 셀룰러 주파수 수요량은 2025년에 900MHz를 예측하고 있으며, 향후 4~5년간 단기적으로 주파수 부족이 예상되나, 신규 기술 도입으로 완화되었다가 2017년 이후 고속 성장 시나리오에서 공급 부족 수준이 증가할 것으로 예상하고 있다. 주파수 부족 모델 구축시 고려요소들은 수요측면(음성, 데이터, 멀티미디어 트래픽 수요 증가), 주파수 이용(이용량, 데이터 전송능력), 수급균형(주파수·신기술·서비스 가격), 시간적 요소(경기 변동, 표준화 소요), 기타 요소 등이다[6]. 이상과 같이, 각국은 미래의 무선 광대역화에 따른 주파수 부족을 예상하고 추가로 확보해야 할 필요 대역폭을 전망

〈표 2〉 주요국의 주파수 소요 전망

(단위: MHz)			
구분	현재	추가소요	2020년
미국	550	500	1,050
일본	500	1,400	1,900
영국	360	540	900

하고 있으며, 이를 <표 2>에 요약하였다.

3. 국내 주파수 이용과 추진현황

무선네트워크 고도화를 통한 글로벌 경쟁이 가속화되는 가운데 방송통신위원회는 2010년 상반기에 SKT는 2.1GHz 대역에서, KT는 900MHz 대역에서, LGU+는 800MHz 대역에서 추가 주파수를 각각 20MHz씩 할당 완료하였다. 또한, 2.1GHz 대역에서 남아 있는 20MHz 폭은 LTE용으로 경매를 추진하고 있으며, 700MHz 유휴대역에 대해서도 용도 분배 확정 후 조속한 시일 내에 할당을 추진할 방침이다. 통신사업자도 2011년 하반기에 수도권을 중심으로 LTE 서비스 조기 도입을 준비 중에 있다. 또한 우회망 구축 확대를 위해 와이파이존(Wi-Fi Zone)은 2010년까지 총 76,395개로 증가하였고, 2011년에는 와이파이존이 2배 이상 확대될 것으로 예상되며, 인터넷전화 무선랜 지역을 공개한 U+ Zone 100만 개를 포함하면 양적으로 시장을 압도하고 있다. 초소형기 지국(웹토셀) 구축도 본격화되고, 지역별 TV 유휴 대역을 활용한 무선랜(Super Wi-Fi) 구축도 검토하고 있는 단계이다. 이처럼 광대역 무선네트워크 구축을 위해 가용 주파수 대역과 실현가능한 기술에 대해 폭 넓게 검토하고 있는 단계라고 할 수 있다. 각 이동통신 사업자들의 최근의 네트워크 고도화 추진 계획을 <표 3>에 정리하였다.

실질적으로 규제기관에서도 주파수 소요량 분석을 통한 4G 주파수 확보 계획을 준비하고 있는데,

〈표 3〉 이동통신 3사의 네트워크 고도화 추진계획

구분	개념	추진내용
SKT	Macro/Micro Area	FA 증설/LTE 진화
	Pico Area	6 Sector Solution
	Hot Zone	Femtocell/Wi-Fi
KT	전국망	3G+ LTE
	84개시/고속도로	WiBro
	옥내/Hot Spot	Wi-Fi
LGU+	Macro 망	LTE/LTE-Adv.
	Hot Spot	AP 확대/속도향상
	트래픽 밀집공간	Femtocell

〈자료〉: 전파정책 및 기술토론회(II), 2010.

〈표 4〉 국내 이동통신 주파수 소요량 예측

1안: ITU-R M.1768 방법론 사용				
	(TB/월)	2010	2015	2020
트래픽 예측	최소	743	11,888	78,015
	최대	743	17,832	118,880
주파수 소요량	최소	-	546MHz	631MHz
	최대	-	600MHz	789MHz
2안: ITU-R M.1390 방법론 사용				
	(TB/월)	2010	2015	2020
트래픽 예측	최소	2,979	55,772	148,313
	최대	2,979	91,108	218,825
주파수 소요량	최소	-	430MHz	580MHz
	최대	-	610MHz	810MHz

주) 트래픽: 이동통신망 트래픽으로 한정

〈자료〉: 방송통신위원회[7]

ITU-R M.1390 및 ITU-R M.1768 방법론을 근거로 무선 데이터 활성화 전후의 서비스 특성, 이동통신 가입자 수, 서비스 형태 예측, 서비스 기술 등을 고려하여 산출한 결과 2015년에 WiBro, Wi-Fi를 제외하고서 총 430~610MHz 폭의 주파수가 필요한 것으로 추정하였다(〈표 4〉 참조)[7]. 현재 이동통신용으로 190MHz 폭이 할당되어 있는 점을 감안할 때, 앞으로 240~410MHz 폭의 추가 주파수 확보가 필요한 셈이다. 현재로서는 2012년 12월 지상파 아날로그 TV 방송 종료에 따른 700MHz 대역 분배 및 공

공용 통신 주파수의 변경과 인접국가 위성 출력 조정 등이 가능할 것으로 예상되나, 향후 보다 면밀한 검토와 실효성 있는 모바일 광대역 주파수 확보방안이 도출되어야 할 것이다.

4. Smart Korea를 위한 전파자원의 활용

IT를 둘러싼 환경은 지식·정보화 사회에서 산업 간, 산업내 융합 및 스마트 사회로 패러다임 변화가 이미 시작되고 있다. 구체적으로 생각해 볼 수 있는 Smart Korea는 ① 디지털 네이티브 세대 도래(스마트폰, SNS), ② M2M, 인터넷 신경시스템(Smart Sensor Network), ③ 모바일 중심의 융합(원격진료, 모바일선거), ④ 인지 및 창의기술(CR) 등이며, 이러한 창의사회 구현을 통한 미래 모습을 전파서비스 측면에서 전망해 보면 Smart Government(공공안전, 국방, 녹색전파), Smart Life(의료복지, 교통, 방송), Smart Biz(스마트 워크, 스마트 비즈니스) 등으로 요약될 수 있다[2].

전파자원이 스마트 신산업 및 신사회 창출에서 높은 중요성을 갖는 이유는, 네트워크 고도화와 스마트화가 전파자원을 근간으로 활성화 될 수 있는 부분이 크기 때문이다. 그러므로 스마트 강국을 향한 길을 모색하기 위해서는 전파자원을 어떻게 활용하는 것이 최선이 될 수 있는지에 대해 고민해야 할 것이다. 우선 모바일 빅뱅에 대비한 주파수 확보가 가장 시급히 해결해야 할 문제로 대두되고 있는데, 주파수는 한 번 할당되고 나면 이용기간이 비교적 길어서 시장과 기술의 변화를 신속하게 반영하면서 회수·재배치하여 다른 용도로 활용하기가 어렵기 때문에 중장기적인 플랜이 반드시 필요하다. 또한, 신규 할당에 있어서도 주파수의 용도를 정하는 분배와 사업자에게 면허권을 부여하는 할당의 법적 절차가 상당한 시간을 요하

므로 전파를 활용한 미래서비스에 대한 예측이 중요할 수밖에 없다. 따라서, 모바일 광대역 실현을 위한 주파수 확보에 앞서 다양한 단말기가 유발하는 모바일 트래픽을 보다 정밀하게 예측하고 검토하는 단계를 필요로 할 것이다.

이와 병행하여 와이파이는 지금까지 트래픽 분산을 위한 우회망으로 인식되었으나, 최근 유선 광대역 네트워크 및 셀룰러 네트워크 기반의 서비스와 경쟁을 하면서도 이들과 단순한 대체가 아닌 기술적 융합을 통해 보완적인 융합서비스를 제공하는 등 그 서비스 영역이 확장되고 있는 추세이다. 따라서 TV White Space를 활용한 Super Wi-Fi 뿐만 아니라, 5GHz 이상의 대역에서도 보다 적극적으로 Wi-Fi 대역을 발굴할 필요가 있을 것이다.

또한 이용자가 실시간으로 원하는 콘텐츠가 다양해지고 풍부해짐에 따라, 이를 수용하기 위한 광대역 이동통신 네트워크로의 진화는 필연적이라 할 수 있으며, LTE/WiBro 망진화를 통해 Smart Korea 실현을 앞당길 수 있을 것으로 기대된다.

그리고 사업자 주도의 기술과 서비스의 발전뿐만 아니라, 전파자원관리 측면에서 제도적 뒷받침의 필요성을 간과해서는 안될 것이다. 무선통신 시장, 기술의 발전으로 주파수의 초과수요가 발생하고 전파관리정책의 다양한 모델이 서로 경쟁하는 양상이므로, 과거처럼 단순히 특정 용도로 분배된 주파수 대역에 대한 이용권을 부여하는 할당(assignment) 위주의 정책에서 벗어나야 할 것이다. 기존의 명령과 통제 제도(command & control)는 미래의 기술, 수요, 이용 등의 변화를 예측하기 어렵고, 시장·기술·이용자의 니즈 변화에 따른 신속한 대응에 한계성을 지니고 있다. 그러므로 시장 스스로가 주파수의 효율적 이용을 추구하게끔 거래·임대제의 활성화, 기술변화를 신속하게 반영할 수 있는 주파수 사용의 유연성 확대,

전파자원의 가치산정을 통한 경제적 효율성 극대화 등 규제기관 중심에서 이용자 중심으로 전파자원 관리정책의 다변화를 모색해야 할 때이다.

IV. Smart Life 구현을 위한 전파자원 이용정책

Smart Korea 구축을 위한 전파자원 이용정책이 미래 모바일 트래픽 증가에 대비한 산업 및 산업내 패러다임 변화에 대비하기 위한 계획이라면, Smart Life 구축을 위한 전파자원 이용정책은 Smart Korea 환경 하에서 개인의 사회적 후생을 증진시키기 위한 세부적인 계획이라고 볼 수 있다. 대출력 중심의 통신 서비스에 의존하고 있는 현재의 주파수 할당 체계에서는 개인의 삶에 보다 밀접한 소출력 기반 서비스의 안정적인 발전이 상대적으로 더딜 수 있다. 그러므로, 소출력 통신 기술 및 서비스의 활성화를 위한 전파자원 이용정책은 원거리, 광대역용 전파자원 할용정책 못지않게 중요하다고 할 수 있다.

1. 소출력 통신과 시장

일반적으로 소출력 통신은 비신호 무선기기 기반의 통신을 의미한다. 비신호 무선기기에 대한 법적 근거는 전파법시행령 제25조의 규정으로, 신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국을 의미하며, 본 고에서 논의하고 있는 소출력 통신은 특별한 언급이 없는 한 이 규정이 정의한 무선국을 통한 전파자원 활용을 의미한다. 방송통신위원회는 전파법시행령에서 정한 비신호 무선기기에 대한 종류를 고시를 통해 <표 5>와 같이 분류하고 있다.

국내 소출력 통신 무선기기 산업은, 2005년 6월과 7월에 개정된 비신호 무선기기 분류체계 개편과

〈표 5〉 비신고 무선기기 분류

무선기기 분류	정의
미약전계강도	당해 무선기기로부터 3미터 거리에서 측정된 전계강도 허용치를 만족하는 무선기기
무선조정용	비행기, 자동차, 보트 등의 실물과 유사한 형태 및 기능을 갖춘 모형체를 원격 조정하는 무선기기
데이터 전송용	디지털 정보를 하나의 장소에서 다른 장소로 전송하는 무선기기
안전 시스템용	도난경보장치, 화재경보장치 및 시각장애인 유도 신호장치 등의 무선기기로서 인명 안전 및 재산의 보호를 목적으로 하는 무선기기
음성 및 음향 신호 전송용	무선호출기기 및 무선마이크 등 장치에 의하여 음성 및 음향 신호를 전송하는 무선기기
무선접속용	무선랜 등의 전송기술을 무선접속용으로 사용하는 무선기기
중계용	중계를 목적으로 사용하는 무선기기
차량충돌 방지용	도로 주변의 장애물이나 차량간 전후좌우 거리를 측정하여 차량충돌을 방지하기 위한 무선기기
무선데이터통신 시스템용	근거리에서 음성, 데이터, 영상 등을 전송하는 무선기기
이동체 식별용	전파신호를 이용하여 이동하는 사물에 부착된 정보를 식별하는 무선기기
RFID/USN용	전파신호를 통해 사물에 부착된 태그의 정보를 식별하여 전송하는 통신망용 무선기기
코드없는 전화기	송수화기와 본체를 연결하는 코드를 무선 링크로 대체하여 통신하는 무선기기
체내이식 무선의료기기	환자의 진료와 치료를 위하여 인체 내에 이식되는 무선설비와 이를 제어하기 위한 인체 외의 무선설비로 구성되는 무선기기
물체감지용	건물내 출입자 감지, 이동차량 및 차량 사각지대 등 물체를 감지하기 위한 무선기기
자계 유도식	루프 안테나를 사용하여 자계 결합에 의해 통신을 하는 무선기기

〈자료〉: 방송통신위원회 고시

관련한 전파법시행령 개정과, 2006년 7월에 고시된 용도미지정 대역 분배 도입을 기점으로 본격적으로 활성화되기 시작하였다. RFID/USN과 UWB 기술을 활용하는 전파식별 및 센서 분야를 중심으로 무선랜 및 무선접속 분야, 개인 및 정보기기 통신 분야, 생활 및 레저 분야 등에서 소출력 통신 시장이 급격히 성장하고 있다. 블루투스, 무선랜 등 이미 대중화된 소출력 무선기기부터 NFC[8] 등의 생활 밀접형 소출력 통신 시장은 최근 스마트 디바이스의 보급과 서비스 안정화 등에 힘입어 꾸준한 상승세를 보이고 있으

며, 밀리미터파 기술, 주파수 공유 기술 등 전파자원의 희소성 증가에 따른 대안형 소출력 통신 시장도 성장 중이다.

2. 소출력 통신 서비스 생태계 변화 - NFC의 본격적 활성화

앞서 살펴본 바와 같이 비면허/용도미지정 기반의 소출력 통신 서비스는 근거리 통신과 비통신용 서비스, 주파수 공유 서비스 등의 형태로 제공된다. 이동통신, WiBro 등의 서비스는 통신 사업자가 해당 주파수를 할당받음에 따른 할당대가를 지불해야 하고, 막대한 투자비용을 회수해야 하기 때문에 이용자들이 서비스 이용요금을 지불해야 한다. 그러나 소출력 통신 서비스는 직접적으로 주파수 이용에 대한 대가를 지불하지는 않는다. 이는 산업적인 측면에서 다양한 통신 서비스 모델의 도입을 용이하게 하는 촉매제로 작용한다. 대부분의 대출력 서비스가 주파수 대역을 할당받고 통신 커버리지를 확보하기 위한 투자가 선행되어야 하기 때문에 그 진입장벽이 높고 기존 사업자와 경쟁을 해야 하기 때문에 새로운 서비스 모델을 도입하는 것이 쉽지 않다. 하지만 소출력 통신 서비스는 통신 기술의 특성에 기반한 서비스 모델 구축을 통해 신규 사업자들이 참여할 수 있는 기회가 보다 넓은 편이다. 무선랜 같은 단순한 무선기기 제조 및 판매부터 방법용 센서 시스템 및 서비스 제공 등 다양한 형태의 비즈니스 모델 개발이 가능하며, 최근 스마트 디바이스 시장의 확대에 의해 새로운 서비스 개발의 가능성은 더욱더 높아졌다.

최근 이러한 소출력 통신에 대한 기대감에 발맞추어 근거리 무선통신 기술인 NFC 기술의 확대가 전망되고 있다. NFC 기술은 비접촉식 모바일 결제 분야에 적합한 근거리 무선통신 규격으로, 2002년 Sony

<표 6> 세계 NFC 서비스 진행 상황

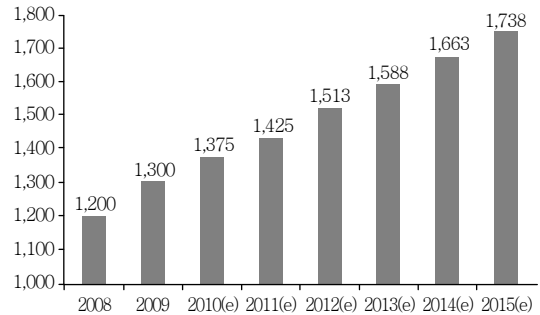
사업자	내용
Nokia	2011년부터 전체 스마트폰 라인업에 NFC 기본 탑재
Broadcom	NFC와 RFID 솔루션 선두업체 이노비전 인수
VISA	NFC를 이용한 새로운 결제 시스템을 스마트폰에 도입
Apple	아이폰5에 NFC가 탑재될 것으로 예상 모바일 결제 관련 특허 출원에 이어 NFC 기술 전문가 영입
Google	Android 2.3부터 정식으로 NFC를 지원
France Telecom	2010년 5월부터 NFC 시범 서비스 Cityzi 제공. 2011년 하반기 NFC 상용서비스 제공 예정
StarHub	2010년 12월부터 8개월간 DBS 은행과 NFC 시범 서비스 실시
Belgacom	코카콜라와 음료수자판기 결제서비스 시작
HTC	휴대폰에 NFC 기술 도입 선언
RIM	휴대폰에 NFC 기술 도입 선언
SK텔레콤	2010년 코엑스에 NFC로 모바일 신용카드 결제 및 다양한 쇼핑 정보를 제공하는 구역인 '모바일커머스 존'을 구축 2011년 NFC 휴대폰 출시 및 대부분의 휴대폰에 NFC 칩셋 탑재 예정 일본 KDDI 및 소프트뱅크와 MOU를 통해 NFC를 적용한 모바일 결제 및 쿠폰 서비스 이용 제휴/개발에 공동 협력
KT	2010년 11월 런칭한 쇼터치 서비스에 NFC를 탑재한 삼성전자의 SHW-A170K를 국내 최초로 도입
삼성전자	삼성 자체 OS bada 2.0에 NFC 기능 추가 NFC 반도체 시장 진입 선언

<자료>: 한국인터넷진흥원[9]

와 NXP 세미컨덕터즈(구 필립스 세미컨덕터즈)가 개발했다. 그동안 비접촉식 모바일 결제 시장은 기술발전 속도에 비해 서비스 모델 개발 및 확대 속도가 더디어 안정적인 발전을 해오지 못했으나, 최근 많은 통신 사업자 및 단말 개발사에서 스마트 디바이스의 보급과 함께 비접촉식 모바일 결제 시장의 진출을 <표 6>과 같이 계획하고 있다.

미디어와 시장 조사기관들은 NFC 시장이 활성화될 것이라는 낙관적인 전망을 내놓고 있다. 비전계인(Visiongain)은 NFC의 시장 규모가 2010년 13억 7500만 달러에서 2015년 약 17억 3800만 달러에

(단위: 백만 달러)



<자료>: Visiongain[10]

(그림 4) 세계 NFC 시장 규모 예상 추이

이를 것으로 전망하고 있으며(그림 4) 참조), NFC 기술 기반의 모바일 결제가 가능한 단말기의 판매량이 2015년 전체 휴대 단말의 47% 가량을 차지할 것이라 전망하였다[10]. 또한 가트너(Gartner)와 주니퍼 리서치(Juniper Research) 역시 NFC 방식의 모바일 결제 시장의 성장을 전망하였으며 이와 관련된 단말 시장 역시 성장할 것으로 전망하고 있다[11],[12].

NFC 기반 서비스의 등장은 이미 예견되어 있었지만 활성화까지의 과정은 아직 많은 단계가 남아 있다. SK텔레콤이 제공했던 모바일 지갑 서비스인 모네타도 서비스 모델 자체는 NFC 기반 모바일 결제와 크게 상이하지는 않지만 대중화에 실패하면서 서비스 경쟁력에 대한 문제를 드러냈다. 이는 향후 소출력 통신 기술을 이용한 다양한 서비스 모델을 구축하는 데 있어서 중요한 교훈을 준 사례로 꼽히고 있다. 최근 스마트 디바이스의 대중화로 인해 모네타 서비스 도입 때보다 인프라 측면에서 강점을 가지게 된 상태이다. 표준화된 통신 모듈을 포함한 단말의 보급은, 다양한 서비스 모델을 구축하여 사업자들이 서비스를 제공할 수 있는 기반을 제공하고 있으며, 이용자 역시 보편적인 서비스라는 이용자 경험을 토대로 신규 서비스 모델에 대한 빠른 적응력을 보일 가능성이 높아졌다고 볼 수 있다.

3. Smart Life를 위한 전파자원 이용정책 방향

2005년 전파법시행령 개정에 따른 비신고 무선국에 대한 고시를 통해, 안테나 기술을 고려한 출력, 전파이용 효율화를 위한 주파수 공유조건, 융합단말기 인증제도, 전자파장해적합 등록기준과 연계된 일반적인 불요파기준치 등의 기술기준이 마련되었다. 당시 소출력 통신에 대한 수요는 지금보다 상대적으로 낮은 상태였지만, 비신고 무선국의 급격한 증가로 인한 전파혼잡도가 증가할 것임을 예상하고 있었으며, 소출력 무선기기의 다양화로 인한 인증절차의 간소화가 필요한 시점이었다. 2011년 현재 이러한 상황과 전망은 여전히 유효하며 소출력 통신시장의 활성화를 위해 기술특성에 따른 산업정책 추진이 필요하다.

무선 통신 산업에서 시장과 기술에 대한 불확실성은 경제학적인 측면에서 주파수 용도 지정을 완화시키고 간섭을 야기하지 않는 범위에서 최소한의 기술 기준만을 부과하도록 요구받고 있다. 하지만 이러한 용도 및 기술기준의 유연화는 반대로 해당 분야에 대한 산업활성화 정책을 추진하는 데 있어서 부정적인 효과를 야기할 수도 있다. 즉, 소출력 통신 서비스를 활성화시키기 위해서는 무조건적인 용도 자율화와 기술기준 최소화보다는 기기 및 서비스의 다양성을 고려한 유연한 정책 개발이 요구되는 것이다. 다양한 용도와 기술기준을 가진 소출력 통신 기술 각각에 적합한 정책을 마련해야 하며, 대출력 통신 서비스의 특성과 다르게 주파수 수급 및 수요예측 중심의 이용정책보다 소출력 통신 기술 특성에 기반한 서비스 개발과 보급 중심의 정책이 필수적이다.

Smart Life를 구현하기 위해서는 생활 밀접형 서비스의 개발과 보급을 용이하게 하도록 환경을 구축하는 것이 선행되어야 한다. 이를 위해서, 기술기준이 상이한 소출력 통신 기술들이 경쟁에서 불공정한 규

제를 받지 않도록 해야 하며, 전파를 이용하는 데 있어서 간섭 및 주파수 대역 차별 등의 기술적 규제의 형평성을 확보해야 할 것이다. 또한 주파수의 중장기 이용계획 내에서 용도 미지정 대역과 비신고 무선기가 이용하고 있는 주파수 대역의 유연한 이용을 보장할 수 있도록 하며, 글로벌 시장 선점 및 시장 활성화를 위해서도 적극적인 노력을 해야 할 것이다. 특히 앞서 언급한 NFC의 경우, 기술적인 차이가 미미한 상황이므로 기술 표준화의 추진이 무엇보다 중요한 상황이다. 과거 UWB의 세계 표준 단일화 실패의 경우처럼, 유망한 기술임에도 불구하고 표준화 실패로 인해 시장 활성화에 실패한 사례가 있음을 감안하여, 각 소출력 전파활용 기술이 성공적인 신규 서비스로 정착하기 위해서는 표준화를 위한 노력이 선행되어야 할 것이다.

Smart Life를 위해서는 전파자원의 원활하고 자유로운 이용을 위한 제도적 환경 구축이 매우 중요하다고 할 수 있다. 경쟁이 심한 대출력 통신 서비스에 비해 비교적 경쟁이 심하지 않고 서비스의 다양성이 매우 높기 때문에, 충분한 유연성을 확보한 전파사용 환경 마련이 Smart Life를 구현하기 위한 중요한 정책이 될 것이다.

V. 결론

지금까지 모든 개인, 사물, 시스템이 지능화되어 국가적 당면과제를 해결할 수 있는 Smart Korea와, 이의 하부 구조를 이루는 생활 밀접형 지능화 체계인 Smart Life의 개념을 살펴보고, 한정된 국가자원인 전파자원의 활용 측면에서 각각의 구현을 위한 방안을 모색해 보았다. Smart Korea의 구현을 위해 필수적으로 요구되는 광대역 모바일 트래픽의 수용을 위한 각국의 현황과 우리나라의 동향을 살펴보았으며,

특히 주파수 자원의 확보 정책에 대해 알아보았다. Smart Life의 구현을 위해서는 소출력, 근거리 통신을 위한 인프라가 활발하게 구축되어야 하므로, NFC의 발전 등 소출력 서비스와 관련된 IT 생태계의 변화를 살펴보고 전파자원 활용정책 방향에 대해 논의하였다.

Smart Korea와 Smart Life는 뗄 수 없는 개념으로, 생활 속의 Smart Life가 충실하게 구현이 될 때 Smart Korea도 한층 더 빨리 구축이 될 수 있을 것이다. 또한, 모바일 광대역 주파수의 확보를 비롯한 대용량 트래픽 수용 전략이 효과를 발휘할 때, 생활 밀접형 소출력 전파활용의 저변이 확대되고 Smart Korea와 Smart Life의 구현이 한층 더 가까워질 것이다. 이를 위해서는 국가 주도의 Smart화 전략뿐만 아니라 통신사업자, 단말기 및 시스템 제조사, 통신서비스 가입자, 일반 국민 등 IT 생태계 참여자 전반의 자발적인 참여와 인식의 전환이 요구된다. 그리고, 이러한 스마트화를 위한 저변 확대와 인프라 구축을 위해서는 전파자원 이용전략의 수립과 실천이 중요함을 고려하여, 보다 시장 친화적이고 모든 참여자가 상생할 수 있는, 효율적이고 공평한 전파자원 이용정책이 마련될 것으로 기대한다.

● 용 어 해 설 ●

전파 및 주파수: ‘전파’란 인공적인 유도없이 자유공간을 전파(傳播)하는 전자기파 중 3,000GHz 이하의 진동수를 갖는 것을 의미하며, ‘주파수’는 전파의 가장 중요한 속성으로서 1초 당 진동수를 나타냄. 본 고에서는 무선통신을 위한 일반적인 전파를 의미할 때에는 ‘전파’를 사용하며, 주파수 측면에서의 분배, 할당 등 자원관리를 의미할 때에는 ‘주파수’를 사용하였음.

Femtocell: femto는 10⁻¹⁵를 뜻하는 접두어로서, 가정의 유선망 끝에 연결하여 이동통신용으로 할당받은 주파수와 동일한 주파수로 단말기와 통신하는 초소형 기지국을 의미함

NFC(Near Field Communication): 4cm 이하의 거리에서 동작하는 소출력, 근거리 무선통신기술을 의미하며, 13.56 MHz 주파수에서 106~848kbps의 전송속도를 가짐[8]

약어 정리

CR	Cognitive Radio
FCC	Federal Communications Commission
LTE	Long Term Evolution
M2M	Machine to Machine
NFC	Near Field Communication
NTIA	National Telecommunications and Information Administration
OPMD	One Person Multi Device
RFID	Radio Frequency Identification
SNS	Social Network Service
USN	Ubiquitous Sensor Network
UWB	Ultra-wide Band

참고 문헌

- [1] 한국정보화진흥원, “Smart IT를 통한 Smart Korea 구현방향,” 2010. 9.
- [2] 김창주, “Smart Korea 구현을 위한 전파기술 및 정책,” 전파정책 및 기술토론회(II), 2010. 11.
- [3] 최영록, “폭증하는 이동통신의 데이터 트래픽, 어떻게 대응할 것인가?,” Industry Analysis, 2010. 11.
- [4] FCC, “The National Broadband Plan,” 2010. 3.
- [5] 총무성, 정보통신심의회 정보통신기술분과회, 2008.
- [6] Ofcom, “Predicting Areas of Spectrum Shortage,” Conducted by PA Consulting, 2009. 7.
- [7] 방송통신위원회, 전파방송컨퍼런스, 2010. 12.
- [8] Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Near_field_communication
- [9] 한국인터넷진흥원, “2011년, 근거리 무선통신(NFC) 기반 결제 서비스의 세계적인 활성화 예상,” 글로벌 방송통신 동향리포트, 제34호, 2010. 12.
- [10] Visiongain, “Near Field Communications(2010-2015), The Future of Retail-Payments from a Technological and Market Perspective,” 2010. 1.
- [11] Gartner, “Gartner Identifies the Top 10 Consumer Mobile Applications for 2012,” <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1230413>
- [12] Juniper Research, “NFC Mobile Payments & Marketing Opportunities,” 2009. 1.