

유비쿼터스 시대를 대비한 주파수 공유 기술의 발전방향 및 시사점

Policy Issues on Spectrum Sharing in Ubiquitous Society

u-IT 컨버전스 산업 및 기술 전망 특집

박광만 (G.M. Park)	기술경제성분석팀 연수연구원
여재현 (J. Yeo)	기술경제성분석팀 선임연구원
김병관 (B.K. Kim)	기술경제성분석팀 선임연구원
이광희 (K.H. Lee)	기술경제성분석팀 팀장

목 차

-
- I. 서론
 - II. 유비쿼터스 시대에서의
전파의 역할
 - III. 주파수 공유기술 개요
 - IV. 각국의 주파수 공유기술 정책
 - V. 시사점

전파를 이용한 서비스가 사회전반에서 이용되고 관련 기술들이 발전함에 따라 유비쿼터스 사회의 도래를 기대할 수 있게 되었다. 유비쿼터스 사회에서는 인간의 제반활동이 통신 인프라를 기반으로 제공될 것이며, 이의 기반이 되는 주파수에 대한 수요가 급격하게 증가하게 된다. 그러나 주파수 자원은 활용가능성 측면에서 희소자원으로 인식되고 있어 적기, 적소에 적절한 양의 주파수를 공급하는 것이 매우 어려운 과제가 되고 있다. 이러한 주파수 부족현상을 기술적인 측면에서 타개하고자 주파수 공유기술의 개발이 활발히 이루어지고 있는데, 주파수 공유기술이 적용되어 효과를 발휘하기 위해서는 제도적 기반이 마련되어야 한다. 본 연구에서는 주파수 공유기술의 발전 방향을 서술하고, 주요국의 주파수 정책에 대해 살펴봄으로써 국내 전파정책수립에 필요한 시사점을 도출하고자 한다.

I. 서론

최근에 이루어지고 있는 무선통신과 이동통신 기술의 발달은 매우 빠르게 진행되고 있다. 불과 십여 년 전만해도 소수의 사치품으로 여겨지던 이동전화는 이제 국민 대다수의 필수품으로 여겨지고 있을 뿐 아니라, 유선전화를 대체하는 수단으로까지 여겨지고 있다. 또한 WiBro, DMB 등 새로운 무선통신, 방송 기술들이 개발 및 도입되고 있고, RFID/USN, UWB 등 근거리 통신망(W-PAN) 기술들도 발전되고 있어 유비쿼터스 사회로의 진입이 급진전될 것으로 전망된다.

이와 같이 이동통신을 비롯한 무선통신방송 산업이 발전함에 따라 이들 서비스의 기반이 되는 주파수에 대한 수요가 급격하게 증가하고 있으며 주파수의 가치 또한 급격히 높아져 가고 있다. 과거에는 주파수에 대한 수요가 상대적으로 적어 신규 서비스에 대한 주파수 공급이 문제되지 않았으나, 이제는 주파수에 대한 수요가 폭발적으로 늘어남에 따라서 적기, 적소에 적절한 주파수를 공급하는 것이 매우 어려운 과제가 되고 있다. 또한 전파의 특성상 전파 특성이 우수한 선호 대역이 존재하며, 이들 대역에 대한 수요는 매우 높아, 경우에 따라서는 선호 주파수 대역을 둘러싼 사업자간 분쟁도 발생하고 있는 형편이다. 즉 주파수는 경제적으로 가치가 매우 높으며, 공급이 유한한 희소자원으로 인식될 수 있다.

이와 같은 주파수 부족현상을 기술적으로 타개하고자 하는 노력이 UWB, CR 등 새로운 주파수 공유 기술의 개발을 중심으로 이루어지고 있다. 기존에도 기본적인 주파수 공유는 2차 업무, 허가 받지 아니하는 무선기기(이하 비면허 무선기기)의 형태로 이루어지고 있었다. 즉, 1차 업무에 간섭을 주지 않으면서, 1차 업무로부터의 간섭을 수용하는 underlay 방식으로 주로 소출력, 저속 통신의 형태로 사용되고 있다. 그러나 최근 개발되고 있는 공유기술의 경우에는 기존과 다소 상이한 방식으로 나타나고 있다. UWB의 경우는 underlay 방식이지만 넓은 주파수대역에 걸쳐 낮은 스펙트럼 밀도의 신호를 송신하

여 기존 시스템에 간섭을 주지 않으면서 통신이 가능하도록 추진되고 있다. 광대역을 이용함으로써 고속, 대용량의 트래픽을 처리할 수 있는 반면, 기존의 주파수 공유와는 달리 여러 대역에 걸친 다양한 서비스들과의 간섭 관계를 해결해야 한다는 어려운 점이 있다. 다만 UWB의 경우에는 이미 underlay의 공유 방식을 적용해 본 경험이 있기 때문에 간섭 문제만 해결된다면 문제는 복잡하지 않을 수 있으나, CR의 경우는 좀더 문제가 복잡해진다.

CR은 해당 대역에 대해 시간, 공간적으로 이용하지 않고 있는 주파수를 실시간으로 탐색하고 지능적으로 판단하여 적절한 주파수, 변조방식, 출력 등을 선택하여 통신하는 방식으로 1차업무와 동일한 수준의 출력으로도 이용할 수 있어 overlay 방식이라고 한다. 주파수 이용권을 부여하는 현재의 전파 정책 하에서는 아직까지 overlay 방식의 공유를 적용해 본 경험이 없기 때문에 현실에 적용하기 위해서 주파수 이용권의 재정립 등 좀 더 세밀한 접근이 필요하다.

일반적으로 기술적인 발전과 더불어 이들 기술이 현장에서 적용되기 위해서는 전파정책의 적절한 보완이 필요하다. 즉, 기술의 발전을 현실 세계에 접목하여 주파수 부족현상을 적절히 타개하기 위해서는 이들 기술의 도입 시에 발생할 수 있는 문제점들을 미리 짚어보고, 이에 대한 타개책을 강구하는 것이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 새로운 공유기술을 접목하기 위하여 어떠한 정책 변화가 이루어지고 있는지를 소개하고자 한다. 그리고 이를 통해서 우리나라에 주는 시사점을 도출하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 유비쿼터스 사회의 도래에 따른 전파이용 환경의 변화 및 공유 기술의 필요성에 대하여 개관하였다. 그리고 현재 가장 주목 받고 있는 주파수 공유기술인 UWB와 CR에 대하여 간단히 살펴보고, 주요국의 경우 이들 기술의 도입을 위해 어떤 정책을 준비하고 있는지를 살펴본다. 마지막으로 우리나라의 전파 정책에 대한 시사점을 도출한다.

II. 유비쿼터스 시대에서의 전파의 역할

전파이용은 음성 및 메시지 교환, 무선인터넷 등 이동 전화를 중심으로 민간 이용이 급속히 확대되고 있으며, 무선 통신을 이용한 전자상거래, 예약, 음악, 비디오, 게임 등 다양한 서비스가 이용되면서 국민 생활의 필수 불가결한 수단으로 자리매김하고 있다. 또한 전파 이용 산업은 그 동안 신산업 창출 및 고도화를 통한 투자증대, 수출증대, 고용확대, 내수 시장 활성화에 기여함으로써 국가경제의 성장을 견인하였을 뿐만 아니라 앞으로 신기술 및 신산업 창출을 통한 국가 성장동력으로서 중요성이 더욱 커지고 있다.

유비쿼터스 사회에서는 (그림 1)과 같이 교육, 교통, 의료, 경제, 행정, 오락, 비즈니스 등 인간생활의 전 분야에서 언제나, 어디서나, 누구와도 끊임 없이 정보통신서비스를 이용하게 될 것이다. 또한 IT 서비스 이용이 국민 생활 전 분야로 확산되고 누구나 쉽게 서비스 접근이 가능하며, 인간을 포함한 모든 사물이 IT 서비스의 주체가 될 전망이다. 모든 사물, 기기 등이 네트워크를 통해 연결되기 위해서는 전파가 가장 중요한 네트워크 구성요소가 될 수 밖에 없다.

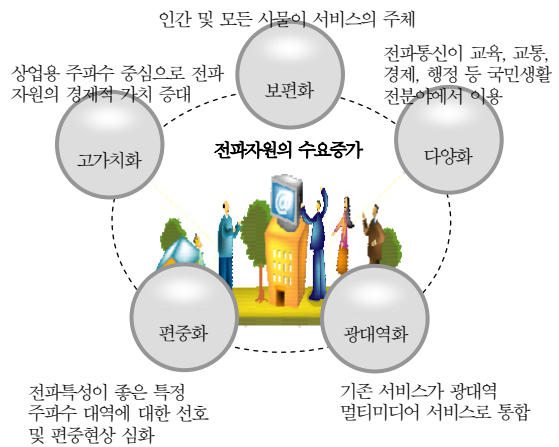
유비쿼터스 사회에서는 모든 사물, 기기 등이 무선 네트워크로 연결됨에 따라 궁극적으로 생산 및

소비 전 과정의 인간 활동에 전파이용의 보편화가 실현될 것으로 전망된다. 또한 종래에는 전파이용이 통신방송 서비스에 국한되었으나, 전파이용이 차세대 이동통신, DMB, USN, 텔레매틱스, 홈네트워크 등 실생활에서 편리하게 활용될 수 있는 신기술 및 서비스로 다양화될 것이며, 초고속 인터넷 이용의 보편화로 무선 환경에서의 광대역 통신에 대한 욕구가 증가하고 이동중에도 광대역 멀티미디어 통신을 주고받기 위한 수요자들의 욕구증가로 넓은 주파수 대역폭이 필요하게 될 것이다. 또한 전파의 특성이 우수한 대역에 대한 선호가 명확해짐에 따라 수요 증가뿐만 아니라 편중현상이 심화될 것이며, 상업용 주파수를 중심으로 전파 산업이 창출해내는 경제적 가치의 증가가 예상된다(그림 2) 참조.

유비쿼터스 사회에서의 전파자원에 대한 수요 증가 및 전파자원의 희소성 증가에 따라 일반 국민이 부담 없이 전파서비스를 이용하기 위해서는 전파자원의 공급을 획기적으로 늘릴 수 있는 방안의 마련이 필요하다. 이에 동일한 주파수 대역을 다양한 시스템들이 함께 이용할 수 있는 주파수 공유기술의 개발이 주파수 희소성을 해결할 수 있는 하나의 대안으로 떠오르고 있다. 즉 주파수는 희소자원이라는 경제적인 측면의 제약조건을 기술발전을 통해 해결하자는 것이다. 공유기술 개발을 통해 주파수 공급 능력이 획기적으로 확대된다면 소비자는 서비스를



(그림 1) 유비쿼터스 사회

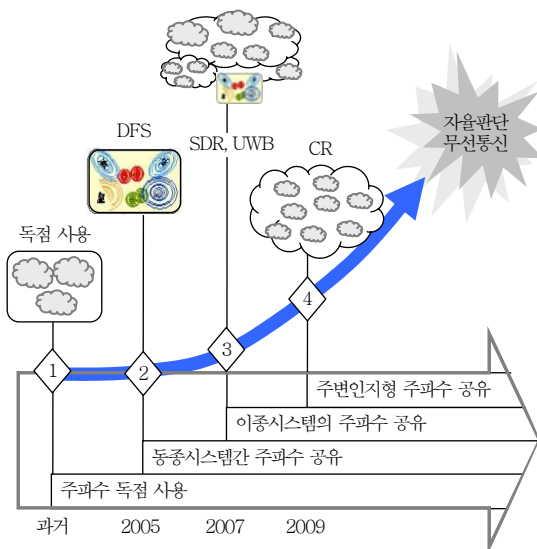


(그림 2) 유비쿼터스 사회에서의 전파이용 특징

언제, 어디서나, 어떤 단말기로도 기술방식이나 주파수 대역에 상관없이 제공 받을 수 있을 것이다.

Ⅲ. 주파수 공유기술 개요

주파수 공유의 개념은 동종시스템간 주파수 공유로부터 시작되어 이종시스템간 공유를 거쳐 주변인지형 공유를 통해 궁극적으로 ‘자율판단 무선통신’으로 발전되리라 기대되고 있다(그림 3) 참조. 이의 실현을 위해 최근 들어 개발되고 있는 주파수 공유기술 중에서 UWB와 CR이 가장 많은 주목을 받고 있다.



<자료>: DoD Spectrum Summit 2004(일부 수정)

(그림 3) 주파수 이용의 진화 방향

1. UWB 기술 개요

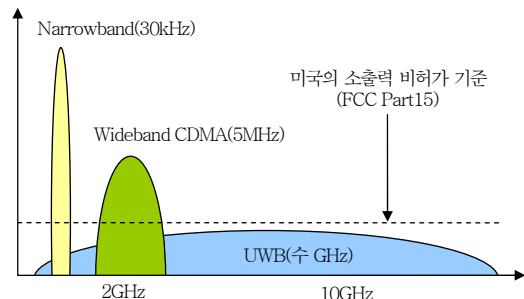
UWB 기술은 1950년대에 미국 국방부가 군사적 목적으로 개발하였으나, 항공사와 휴대폰 업체 등이 기존 통신시스템을 방해한다며 기술의 사용을 반대해 FCC가 오랫동안 상업적 이용을 금지해 왔다. 미국내 군사연구소들과 타임도메인 등의 몇몇 업체들은 UWB 기술을 레이더, tracking/location 분야에 서 군납용으로 제작해 왔으나, FCC가 2002년 2월

이 기술의 상업적 용도를 승인한 이후 이들 업체는 물론 인텔, 모토로라 등이 기술개발에 적극적으로 나서고 있다[1].

UWB 기술은 단거리 구간에서 낮은 전력으로 넓은 스펙트럼 주파수를 통해 많은 양의 디지털 데이터를 전송하는 새로운 무선 전송기술이다(그림 4) 참조. 초기 UWB 기술은 매우 짧은 주기를 갖는 펄스 열로 확산시켜 통신을 수행하는 방법으로 펄스 주기를 매우 짧게 함으로써 스펙트럼 밀도를 일정한 규정 이하의 방사기준으로 낮추어 규제 없이 자유롭게 사용하였다.

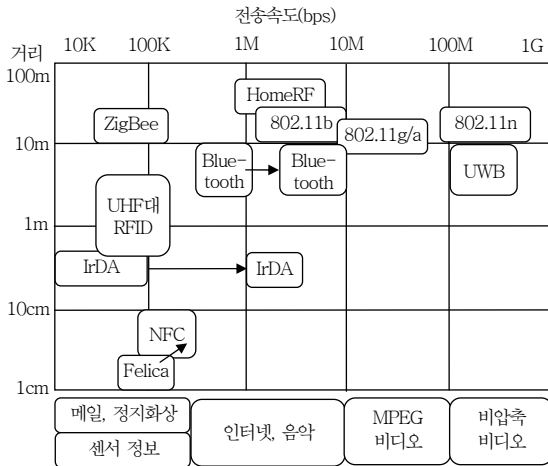
2002년 FCC에서는 UWB 신호를 중심 주파수의 20% 이상의 점유 대역폭을 가지는 신호 또는 점유 대역폭과 상관없이 500MHz 이상의 대역폭을 갖는 신호로 규정함으로써 기존의 다양한 통신기술과 접목이 가능해졌고, 2003년 IEEE802.15.3a의 표준화 회의에서 OFDM 변조방식 및 Direct Sequence 확산방식 등의 기술이 제안되었다.

UWB 기술의 응용은 레이더 분야와 통신 분야로 분류되며, 1990년대 이후 통신분야 응용 개발쪽으로 관심이 집중되고 있다. 통신분야 응용제품으로는 1~2km 통신거리의 hand-held radio, mobile ad-hoc network radio 등이 있으며, 최근 사무실이나 가정과 같은 작은 공간에서 10m 이내에 있는 개인용 PC, 프린터 및 DTV, 디지털 캠코더 등의 가전제품을 연결하는 근거리 개인 무선 통신망(WPAN) 기술로 부각되고 있다.



<자료>: 최상성 외 1인, 2005.

(그림 4) UWB 기술의 개념



<자료>: 일본 와이어리스브로드밴드 연구추진위원회, 2005.

(그림 5) UWB 기술과 유사기술간 비교

2003년 IEEE802.15 TG3a에서 고속 WPAN의 물리계층으로 사용하기 위한 표준화가 시작되었으며, MBOA 주도의 MB-OFDM 방식과 모토로라 주도의 DS-CDMA 방식이 치열한 표준경쟁을 하였다. 그러나 2006년 하와이에서 개최된 IEEE802.15의 TG3a에서 양 진영간 통일된 기준을 책정하지 못한 채, TG3a를 해산하고 표준사양의 책정을 포기하는 방침이 94.7%의 찬성으로 가결되었다. 이에 따라 양 진영의 UWB 기술은 현실의 시장에서 경쟁을 통해 평가를 받게 되었다.

양 진영의 UWB 기술뿐만 아니라 ZigBee, RFID, IrDA 등 다양한 유사 기술들이 홈 네트워크, WPAN 등 동일한 시장에서 경쟁하게 될 것으로 예상되어[2], 기술개발뿐만 아니라 killer 애플리케이션 개발의 중요성도 강조되고 있다(그림 5) 참조.

국내에서는 ETRI를 중심으로 두 방식에 대한 칩 개발 및 Wireless USB 등 핵심 애플리케이션에 대한 기술 개발이 이루어지고 있다.

2. CR 기술 개요

무선통신 서비스에 대한 수요가 급증하고 다양한 기술이 출현하게 됨에 따라서 주파수에 대한 수요가 공급을 초과하는 현상이 발생하고 있다. 이로 인하

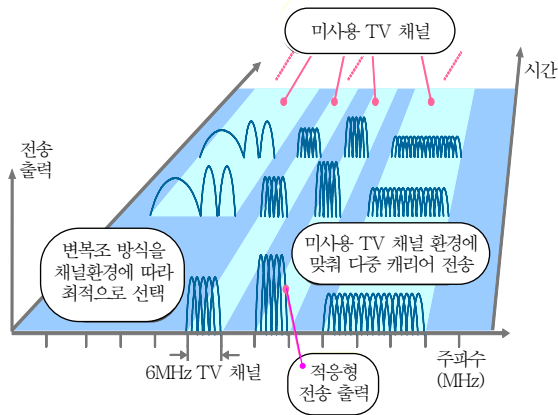
여 수 GHz 대역, 특히 주파수 특성이 우수한 낮은 주파수 대역은 사용할 수 있는 여유 대역이 거의 존재하지 않는다. 이러한 문제에 대해서 J. Mitola는 주파수가 할당되어 있지만 실제로 사용되지 않고 비어 있는 주파수를 감지해서 이를 효율적으로 공유하여 사용할 수 있는 CR 개념을 제시하였다[3]. CR은 주변 무선환경을 인지하고 무선환경에 최적인 통신 파라미터를 자체적으로 결정해 타 기기에 간섭을 주지 않고 무선신호를 송수신하는 기술로 정의할 수 있다.

일반적으로 대부분의 국가에서 개인용 근거리 무선기기들은 비허가(licensed) 주파수 대역을 사용하고 있다. 하지만 허가 없이 사용하는 주파수 대역은 한정되어 있고 나머지 부분은 거의 다른 용도로 할당되어 있어 신규 서비스를 위한 주파수 대역 확보가 어렵다. 그러나 실제 주파수 사용 현황을 살펴보면 상황은 조금 달라진다. 2GHz 이상에서는 많은 주파수 대역이 실제 사용되고 있지 않으며, 1GHz 이하의 TV나 이동통신 등 주요 주파수 대역에서도 시간, 공간적으로 사용이 되지 않는 주파수 대역들이 존재한다.

FCC에서는 주파수의 실제 사용률에 대한 연구를 진행하여, 일시적으로나 지역적으로 변화하는 평균 주파수 사용률을 조사해본 결과 약 15%에서 85% 정도의 사용률을 보이고 있는 것으로 분석하였다. 이에 FCC에서는 2003년 12월에 주파수 사용 효율을 올리고자 NPRM을 발표하여, 비어 있는 주파수에 대한 중복 사용 가능성에 대한 내용을 발표하였으며, 이로써 주파수 부족 문제를 많이 완화할 수 있는 계기가 마련되었다.

2003년 12월에 FCC NPRM에서 CR 기술에 의한 주파수 공용 사용 가능성이 언급된 이후 이를 현실적인 시스템으로 개발하려는 노력이 2004년 11월 첫 회의를 시작한 IEEE802.22에서 이루어지고 있다. 본 기구에서는 TV 대역에서 CR 기술을 적용한 WRAN에 대해서 표준화를 논의하고 있다(그림 6) 참조.

미국에서는 2002년부터 국방성 산하 DARPA의



(그림 6) TV 주파수 대역의 CR 공유 개념

XG 프로젝트에서 군 주파수의 효율적 사용을 목적으로 개발중이며, 국내에서는 ETRI가 2005년부터 본격적으로 CR 기술의 개발을 수행하고 있으며 IEEE802.22 표준화 활동에 적극 참여하고 있다.

IV. 각국의 주파수 공유기술 정책

1. 미국

가. UWB

1998년 FCC는 UWB를 주파수의 조정이 필요 없는 비면허 무선기기(FCC 규칙 Part 15에 규정)로서 간섭보호를 요구하지 않고, 간섭을 미치지 않을 것을 전제로 제도화를 검토하기 시작하였다. FCC는 Part 15.209에 규정되어 있는 비면허 무선기기의 방사허용치 수준이면 다른 무선시스템에 간섭을 미칠 가능성이 매우 적다는 이유로 이 전력 수준을 UWB의 전력마스크로서 제안하였다. 이후 FCC는 2002년 5월 UWB 기술기준(47CFR 15 Part F) 제정을 통해 3.1~10.6GHz에 대한 UWB 주파수 분배를 완료하였다. 용도에 따라 5가지 UWB 장치로 구분하여 장치별로 상이한 주파수 및 제한 기준을 적용하고 있으며, IEEE를 통해 우선 3.1~5.0GHz 내에서의 통신용 시스템의 상용화를 추진중이다.

특히, 통신용으로 사용될 경우의 규정은 다음과 같다.

- (1) 3.1GHz 이상 10.6GHz 미만의 대역에 대해서는 Part 15.209(방사허용치)의 규정과 동일한 전력수준인 -43.3dBm/MHz를 적용
- (2) 3.1GHz 미만 대역과 10.6GHz 이상의 대역에 대해서는 기존 무선업무를 고려하여 전력수준을 제한
- (3) '옥내에서 UWB를 통신용으로 사용할 경우'와 '옥외에서 핸드헬드의 UWB를 통신용으로 사용할 경우'에 상이한 전력마스크를 규정
- (4) 이용자에 대한 제한 없음

또한 수동업무, 무선행위성업무(GPS 등) 수신기 및 이동전화 업무 대역의 보호 기준을 수립하였다. 그리고 옥내외 통신기기, 벽 통과 촬영시스템, 의료촬영, 감시, 대지투과레이더, 자동차용 근거리레이더 등에 대한 기준을 규정하고 있다. 대지투과레이더의 경우 교육받은 전문가만이 취급할 수 있도록 하고, 항공기, 선박, 위성이나 장난감에는 UWB 기술 사용을 금지하였다.

미국의 UWB 출력 기준은 우리나라를 비롯한 일본, 유럽의 기준보다 완화되어 있어 각국에 적용하는 데 어려움이 예상된다. 이에 ITU-R은 각국의 간섭분석 결과를 수렴, 분석하여 UWB 기술 도입권고안을 마련할 예정이다.

나. CR

FCC는 CR 기술과 관련하여 FCC 규칙의 개정방향에 대해 2003년 12월 30일 NPRM을 발표하였고, 이에 대한 응답자들의 응답에 기반하여 2005년 3월 11일 FCC의 규칙개정제에 대한 R&O를 발표하였다. 이들 문건에서는 CR이 적용되는 잠재시장에 대한 내용과 CR 기술의 발전에 따른 FCC 규칙 개정의 방향에 대하여 언급하고 있는 등 주파수 공유 기술의 발전에 대한 FCC의 대응방안을 밝히고 있다. FCC의 목표는 FCC의 규칙과 정책이 유연이라도 그와 같은 기술의 발전과 전개에 방해가 되지 않도록 하는 것이며, 기술발전에 따른 잠재적인 혜택이 시장에 기반하여 완전히 현실화 될 수 있도록 하는 것이다[4],[5].

NPRM에서 언급하고 있는 CR의 기술적 특성은 주파수 가변기능(frequency agility), 적응형 변조(adaptive modulation), 전송 출력 조절(transmit power control), 자신의 위치결정과 다른 송신기의 위치를 파악하여 적당한 운용 파라미터를 결정할 수 있는 능력 등이 있다. 이와 같은 CR의 기술적 능력에 의하여 동 기술이 적용될 수 있는 대표적 잠재 시장으로 외곽지역에서의 비면허 기기, 2차 시장, 메시(mesh) 네트워크 등을 예로 들고 있다.

외곽지역에서는 낮은 인구밀도로 사람들 사이가 보다 넓기 때문에 현재의 CFR의 Part 15 제한 하에서는 적당한 신호 커버리지를 가진 비면허 기기의 작동이 이루어지기가 현실적으로 어렵다. CR 기술을 이용해 외곽 지역 비면허 기기에 대해 보다 높은 출력을 허용하면 잠재적으로 혜택을 입을 수 있다. 이에 FCC는 NPRM에서 외곽지역에서 CR 기술을 채택한 비면허 기기가 보다 고출력으로 동작하도록 허용할 것을 제안하였으나, 의견 수렴 후 R&O에서는 비면허 기기에 보다 고출력의 작동을 허용하도록 하는 변화는 채택하지 않았다. 다만, 다른 주파수 사용자에 간섭을 주지 않는 범위 내에서 고출력의 동작 허용이 CR 기술에 의해 가능하며, 이에 대해서는 추후 다시 고려할 것이라고 언급하고 있다. 관련하여 FCC는 2004년 5월에 사용하지 않는 TV 대역에 CR 기술을 적용하여 비면허 광대역 무선통신 서비스 제공에 활용할 것을 제안하였다.

또한 CR은 주파수 면허 보유자와 임차인 간의 자발적인 주파수 임대 거래를 가능하게 한다. 주파수 임대는 현재 상당수의 비 공공안전(non-public safety) 서비스 면허 보유자들에게 허용되고 있으나, 엄청나게 비싼 거래 비용 때문에 활성화되지 못하고 있다. 2차 시장에서의 계약은 다양한 형태로 이루어질 수 있으나, 면허보유자 입장에서는 자신이 우선 충분히 주파수를 활용하면서도 이용되지 않는 주파수를 발굴하여 임대함으로써 수익을 얻고자 하는 욕구가 있을 수 있다. CR 기술은 이를 가능하게 하는 기술이며, 특히 공공안전 면허 보유자들에 의한 주파수 임대 이용될 수 있을 것으로 기대하고

있다. 공공안전 통신의 경우 본질상 시간에 따라 트래픽 양의 변화가 매우 심하며, 최번시를 제외하고는 평균적으로 낮은 이용을 보이는 특성을 가진다.

또한 CR은 메시 네트워크와 같은 신기술에 적용이 가능하다. 메시 망에서 각각의 송신장치는 인근의 송신장치와 peer-to-peer 기반으로 상호작용하며, 또한 라우터와 유사하게 인접한 송신장치로 메시지를 송수신한다. 이와 같은 메시 망의 전개에 있어서 CR 기술이 적용되면 주파수를 더욱 효율적으로 활용할 수 있다.

FCC는 CR 관련 제품의 제조업체가 국제적인 경쟁력을 갖출 수 있도록 Part 15 규칙을 수정하였다. 즉, 미국에서 허용하는 주파수 대역 이외에서 작동될 수 있는 기기라 하더라도 미국에서 작동될 때 자동주파수선택 메커니즘을 이용해 허용 대역 내에서 작동되도록 한다면 기기의 인증을 허용하도록 하였다.

2. 유럽

가. UWB

유럽에서는 FCC의 출력마스크에 근거하여 UWB에 대한 검토를 해왔으나, 2004년 3월, CEPT의 출력수준에서는 다른 무선시스템에 미치는 영향이 크기 때문에 다른 무선시스템에 미치는 영향과 UWB를 도입하는 관점을 종합적으로 고려하여 검토하기로 결정하였다. 이에 따라 CEPT의 ECC TG3에서 UWB가 다른 무선 시스템에 미치는 영향에 대해 검토하여 2005년 2월에 다른 무선시스템의 보호에 관한 보고서(ECC Report 64)를 공표하였다[6]. 그러나 CEPT는 이 보고서에서 유럽은 UWB 무선시스템의 적절한 규제 방안에 대해서 결론을 내릴 단계가 아니며, 지속적인 검토가 필요하다는 입장을 보였다. 이에 2005년 10월 유럽의 잠정출력마스크를 제시하였으며, 2006년 3월에 최종보고서를 제출할 예정이다.

- (1) 3.1~4.8GHz 대역은 간섭회피기술(DAA, LDC 등)을 구비한 UWB 무선시스템이며, -41.3 dBm/MHz까지 완화하고, 간섭회피기술을 구

비하지 않은 경우에는 -70dBm/MHz로 할 것을 검토중

(2) 4.2~4.8MHz 대역은 2010년 6월 30일까지 간섭회피기술을 구비하지 않았더라도 -41.3 dBm/MHz까지 완화할 것을 검토중

유럽은 회원국과의 이해관계를 조정하기 위하여 미국의 FCC 보다 강화된 기준을 검토하고 있다. UWB 이용에 따라 피해가 예상되는 12개 무선서비스를 선정하여 간섭영향 평가를 수행하였고, 2005년 10월에 각 국가별로 기존 서비스와 UWB간의 간섭분석 결과를 ITU에 제출 완료하였다. 그리고 각국의 전파환경을 고려한 UWB 기술도입안을 2006년 상반기에 마련할 예정이다.

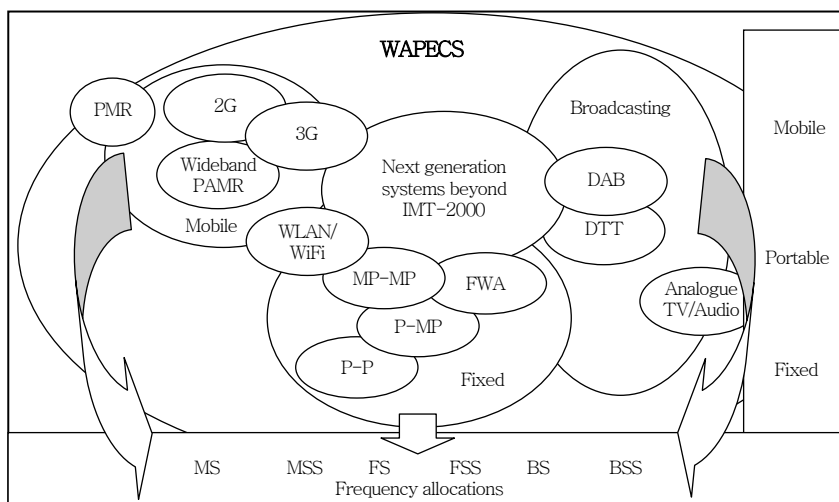
나. CR

유럽에서는 통신사업자와 제조사 등이 reconfigurable 기술의 실용화를 위한 워킹그룹으로 'End-to-End Reconfigurability(E2R) Project'를 2002년에 설립하여 검토를 진행해 왔으며, 2006년부터 E2R Project II를 시작하면서 본격적으로 CR에 대해 연구할 계획이다[7].

유럽은 주파수 공유기술 개발과 관련하여 제도적

인 측면에서 새로운 개념의 도입을 준비하고 있다. 미래의 새로운 전파통신 환경 하에서 신속하고 유연한 주파수 확보 및 이용을 위하여 유럽연합 산하의 RSPG 주도로 WAPECS에 대한 연구를 시작한 것이다. WAPECS는 기기의 사용기술, 동작 주파수에 관계없이 무선 통신 네트워크와 서비스에 접속할 수 있는 플랫폼을 의미하는데, 요구되는 기술기준만 만족하면 인접한 타 서비스와 양립하여 사용할 수 있는 WAPECS 대역을 설정하여 신규서비스 개발 시 유럽 공통의 새로운 주파수 대역을 찾지 않고도 손쉽게 서비스 할 수 있다(그림 7) 참조[8].

유럽 각국의 WAPECS 희망대역 및 현재 사용 현황 등을 조사하였는데, 향후 5년 동안에 스펙트럼 사용에 있어서 유연성 및 기술 중립성 확보를 위해 필요한 사항, WAPECS 추천대역에 이미 허용된 이용권과 의무사항, 면허관련 사항 등이 포함되어 있다. 장기적으로 WAPECS의 완성을 위해서는 주파수 정책에 기술중립성, 서비스중립성 등이 포함되어 있어야 한다. 기술중립성이라 함은 인접 또는 동일 대역에서 서비스하는 다른 무선시스템의 기술방식에 관계없이 상호간 간섭을 일으키지 않아야 함을 의미하며, 서비스중립성이라 함은 WAPECS에 할당된 모든 주파수 대역 내에서는 WAPECS용으로



<자료>: RSPG, 2005.

(그림 7) WAPECS의 개념

정의된 모든 서비스가 제공될 수 있어야 함을 의미한다. 1차 WAPECS 적용대역으로 예상되는 비면허 대역에서의 운영을 위해서는 LBT, AFA, CR 등의 주파수 공유 기술의 적극적인 개발이 필요하다.

3. 일본

가. UWB

일본은 2002년 9월부터 총무성 산하 정보통신심의회의 정보통신기술분과회에 UWB 무선시스템위원회(이하 UWB 위원회)를 설치하여 UWB의 일본 내 도입을 위한 기술적 조건 등을 심의하였다. UWB 위원회에는 UWB에 대한 기술동향의 조사 및 기존 시스템과의 공用に 필요한 기술적 모델 등을 검토하기 위한 공용모델작업반, 기존의 무선업무별로 UWB 시스템과의 공用に 대해서 검토하기 위한 고정·방송작업반, 레이더·항공해상작업반 및 위성·소전력작업반과 UWB 무선시스템의 기술적 조건을 검토하기 위한 기술적 조건 검토 작업반의 5개 작업반

을 설치하여 운영하고 있다.

2006년 1월 31일 제6회 UWB 위원회에서 UWB 출력허용치에 관한 최종 보고안이 제출되었으며, 2006년 여름부터는 UWB 무선시스템을 이용한 기기를 이용할 수 있게 될 전망이다[9].

보고안에서는 UWB 무선시스템으로 사용할 주파수 대역으로 3.4~4.8GHz, 7.25~10.25GHz가 제시되었으며, 제4세대 이동통신 시스템(IMT-Advanced)으로 분배가 예상되는 3~5GHz 중에서 아직 어떻게 이용할지 구체적으로 결정되지 않은 4.2~4.8GHz 대역에 대해서는 최장 2008년 말까지 간섭회피기술(DAA)을 적용하지 않아도 UWB 시스템을 탑재한 기기를 사용할 수 있게 하였다(〈표 1〉 참조).

그리고 UWB는 다음과 같은 조건 하에서 다른 무선시스템과 공용이 가능하도록 하였다.

- (1) 옥내이용 한정
- (2) 항공기, 선박 내에서의 사용 금지 및 완구에의 사용 금지

〈표 1〉 주요국의 UWB 출력 기준 비교

미국 (2002년 2월 Part 15에서 규정)		유럽(검토중, 2006년 3월 최종보고서 정리 예정)		일본(잠정안, 2006년 3월 최종보고서 정리 예정)	
주파수(GHz)	출력(dBm/MHz)	주파수(GHz)	출력(dBm/MHz)	주파수(GHz)	출력(dBm/MHz)
0.96~1.61	-75.3	1.6 미만	-90	1.6 미만	-90
1.61~1.99	-53.3	1.6~2.7	-85	1.6~2.7	-85
1.99~3.10	-51.3	2.7~3.1	-70	2.7~3.4	-70
3.1~10.6	-41.3	3.1~4.8	-70	3.4~4.8	-70
		4.8~6.0	-70	4.8~7.25	-70
		6.0~9.0	-41.3	7.25~10.25	-41.3
		9.0~10.6	-65		
10.6 이상	-51.3	10.6 이상	-85	10.25 이상	-70

- 1) 미국은 0.96GHz 미만은 별도 규정하고 있음
- 2) 유럽의 3.1~4.8GHz 대역은 간섭회피기술을 구비한 UWB 기기일 경우는 -43.1dBm/MHz까지 완화를 검토중임
- 3) 유럽의 4.2~4.8GHz대는 2010년 6월 30일까지 한시적으로 간섭회피기술을 적용하지 않더라도 -43.1dBm/MHz까지 완화를 검토중
- 4) 일본은 4.2~4.8GHz대는 2008년 12월 31일까지 한시적으로 간섭회피기술을 적용하지 않더라도 -43.1dBm/MHz까지 완화를 검토중

〈자료〉: 일본 UWB 무선시스템위원회, 2006.(일부 편집)

- (3) 이용밀도, 이용형태 등 UWB 시스템의 사용방법이 크게 달라진 경우에는 기술적 조건을 개정
- (4) 간섭회피기술에 대해서는 관계자 합의 하에 실증실험으로 확인
- (5) 기존 무선시스템에 유해한 간섭을 미칠 경우에는 기술적 조건을 개정

UWB 시스템이 도입된 후에도 UWB 무선시스템의 보급상황, 실제 환경에서 다른 무선시스템에 미치는 영향평가 결과 및 국제동향 등을 고려하여 3년 후에 다시 기술적 조건에 대한 개정을 염두에 두고 있다.

또한 옥외에서의 UWB 무선시스템의 이용 및 간섭회피기술에 대한 검토뿐만 아니라 센서네트워크, 차량충돌방지레이더 등에서 UWB 무선시스템을 이용한 새로운 애플리케이션에 대해서 지속적으로 검토해 갈 예정이다.

나. CR

현재 일본에서 사용하기 편리한 6GHz 이하의 주파수대역은 매우 조밀하게 이용되고 있어, 새로운 전파이용시스템의 도입이 곤란한 상태이다. 이에 따라 일본 총무성에서는 2005년도부터 ‘전파자원확대를 위한 연구개발’을 추진하고 있다. 연구개발의 주요 내용은 주파수공동이용을 촉진하는 기술(전파 공유), 주파수를 효율적으로 이용하는 기술(협대역화), 고주파수로의 이행을 촉진하는 기술 등으로 2013년까지 6GHz 이하에서 1.5GHz 이상의 주파수대역의 확보를 목표로 하고 있다.

특히 이동통신시스템에서 고도의 전파공유를 위한 요소기술로서 CR에 대한 연구가 진행되고 있다. 총무성은 CR 연구개발을 촉진하기 위해서 2005년도에 약 30억 엔의 예산을 확보하였으며, 2006년 이후에도 같은 수준의 예산을 확보하여 기술개발 지원을 계속해 나아갈 방침이다. 아직 연구 초기단계로 CR의 도입일정, 대표적인 CR 이용방안, CR을 실현하기 위한 기술적, 제도적 과제에 대해서 검토 중에 있다.

V. 시사점

지금까지 CR, UWB 등의 주파수 공유기술의 현황에 대하여 살펴보았고, 이 기술들과 관련한 주요국의 주파수 정책동향에 대하여 살펴보았다. 주파수 공유기술은 현재 기술이 활발하게 개발되고 있으며, 향후 거의 모든 무선기기에 적용이 예상되고 있다. 그리고 국제기구에서의 표준화도 현재 진행되고 있으며 가까운 미래에 표준화가 완료될 예정이다. 주파수 공유기술의 개발은 주파수 공급 능력의 확대라는 측면뿐만 아니라 신기술 개발을 통한 세계 시장 선점이라는 측면도 강하게 작용하고 있다. 미래의 주파수 공유의 필요성을 인식하고 산업적 측면의 이점을 최대한 얻고자 하는 노력이 이루어지고 있는 것이다. 우리나라도 국제 경쟁이 심화될 것으로 보이는 공유기술에 대해 경쟁력을 확보할 필요가 있다. 국제 경쟁력 확보를 위해서는 우선 기술개발에 대한 투자를 지속적으로 추진해야 한다. 또한 기술 개발에 따른 국제 표준화 활동을 통해 국내 기술의 국제화 기반 마련에 노력해야 한다.

정책적인 측면에서는 현행 법제상 공유기술 도입에 따라 발생할 수 있는 문제점들을 관련 전문가들과의 연구를 통해 정확히 탐색해 내는 과정이 선행되어야 한다. 특히 CR과 같은 overlay 방식의 공유기술을 도입하는 데 있어서는 전파정책뿐만 아니라 전기통신사업법 등 같이 실제 시장에서의 경쟁 정책을 다루고 있는 법제 문제도 함께 다루어야 한다. 예를 들면 주파수를 할당 받은 자의 배타적 이용권을 인정하고 있어 할당 받은 주파수에 대해서 overlay 방식의 공유가 가능한가 하는 문제는 논란이 있을 수 있다. 특히 주요국의 시장 기반 전파정책에 따르면 배타적 이용권이 강화되고 있는 추세이므로 면밀한 검토 없이 시장기반의 정책을 도입하는 경우 주파수 공유의 활용이 어려워질 것으로 예상된다. UWB 도입이 검토되고 있는 3.1~10.6GHz 대역은 아직 대가할당을 받은 사업자가 없으나, 차세대 이동통신 도입이 검토되고 있어 향후 배타적 이용권 인정 수준에 대한 개선이 필요한 것이 현실이다. 현

체계 하에서 배타적 이용권이 인정되는 대가할당 주파수 대역을 공유할 수 있는 방안은 미약무선국의 활용뿐이므로, 이를 통해 해결하고자 한다면 미약무선국 전계강도 기준의 상향조정이 필요하다. 이 경우, UWB 애플리케이션은 미약무선국으로 적용 가능할 수도 있으나, CR의 애플리케이션은 불가능할 것으로 보인다.

또한 현재 주파수 이용권은 기간통신 사업권과 동일하게 해석되고 있으나, overlay 방식의 공유가 활성화되기 위해서는 주파수 이용권과 사업권의 관계를 재정립할 필요가 있다. 예를 들면 두 권한의 분리를 통해 주파수 이용권 보유자의 주파수를 사업권만 보유한 사업자가 CR 기술을 활용하여 신규 서비스를 이용할 수 있도록 추진하는 시나리오도 고려할 수 있다. 즉, CR 등 overlay 방식의 공유기술 개발은 주파수 2차 시장의 활성화를 촉진시킬 가능성이 높으므로 이에 대한 준비를 해야 할 것으로 보인다.

주파수 공유기술의 활성화를 위해서는 새롭게 개발되는 애플리케이션 기술들이 주파수 대역에 손쉽게 접근하여 서비스가 개시될 수 있는 기반이 필요하다. 특히 비면허 무선기기의 경우, 기술개발과 동시에 상용화가 가능할 수 있도록, 이용할 수 있는 주파수 대역을 확대할 필요가 있다. 다양한 기술개발이 예상됨에 따라 기술 특성과 무관하게 주파수를 유연하게 이용할 수 있는 대역의 지정이 필요한 것이다. 이를 위해 정부에서도 FACS라는 개념의 대역 도입을 검토중인 것으로 발표되었다[10]. FACS는 서로 다른 전파형식, 통신방식을 갖는 무선통신시스템들이 용도 미지정으로 유연하게 이용될 수 있는 새로운 개념의 주파수 이용제도이다. FACS 도입을 위한 기술적 기반뿐만 아니라 산업적, 법제도적 측면의 검토도 면밀히 수행되어야 한다.

주파수 공유기술은 현재 급격한 수요 증가로 인하여 발생하고 있는 주파수 부족현상을 타개할 유력한 기술이다. 그러나 이 기술이 실제로 적용되어 그 효과를 십분 발휘하기 위해서는 먼저 제도적 기반이 이를 뒷받침 할 수 있어야 한다. 본 연구를 시발점으로 공유기술 도입에 따른 정보통신 정책 전반에 관

한 문제점들의 검토가 다양하게 이루어질 것을 기대한다.

약 어 정 리

AFA	Adaptive Frequency Assignment
CFR	Code of Federal Regulations
CMRS	Commercial Mobile Radio Service
CR	Cognitive Radio
DAA	Detect And Avoid
DARPA	Defense Advanced Research Project Agency
DMB	Digital Multimedia Broadcasting
DSF	Dynamic Frequency Selection
DTV	Digital Television
EICTA	European Information, Communications and Consumer Electronics Technology Industry Association
FACS	Flexible Access Common Spectrum
FCC	Federal Communications Commission
ITS	Intelligent Traffic System
LAN	Local Area Network
LBT	Listen Before Talk
MBOA	Multi-Band OFDM Alliance
NPRM	Notice of Proposed Rule Making
NWA	New Wireless Access
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PAMR	Public Access Mobile Radio
PFWA	Public Fixed Wireless Access
R&O	Report and Order
RFID	Radio Frequency IDentification
RSC	Radio Spectrum Committee
RSPG	Radio Spectrum Policy Group
SDR	Software Defined Radio
SMR	Specialized Mobile Radio
SRD	Short Range Device
TCB	Telecommunication Certification Body
U-NII	Unlicensed National Information Infrastructure
USN	Universal Sensor Network
UWB	Ultra Wide-Band
WAPECS	Wireless Access Platforms for Electronic Communication Services

WPAN Wireless Personal Area Network
WRAN Wireless Regional Area Network

용어해설

▶ CR ◀

Cognitive Radio의 약자로서 주파수가 할당되어 있지만 실제로 사용되고 있지 않고 비어 있는 주파수를 감지해서 이를 효율적으로 공유하여 사용하는 무선기술이다. CR은 해당 대역에 대해 시간, 공간적으로 이용하지 않고 있는 주파수를 실시간으로 탐색하고 지능적으로 판단하여 적절한 주파수, 변조방식, 출력 등을 선택하여 통신하는 방식으로 1차 업무와 동일한 수준의 출력으로도 이용할 수 있어 overlay 방식이라고 한다. 향후 거의 모든 무선기기는 효과적인 주파수 공유를 위해 기본적인 CR 기능을 탑재할 것으로 예상된다.

▶ UWB ◀

Ultra Wide-Band의 약자로서 단거리 구간에서 낮은 전력으로 넓은 스펙트럼 주파수를 통해 많은 양의 디지털 데이터를 전송하는 새로운 무선전송 기술이다. UWB의 경우는 underlay 방식이지만 넓은 주파수 대역에 걸쳐 낮은 스펙트럼 밀도의 신호를 송신하여 기존 시스템에 간섭을 주지 않으면서 통신이 가능하도록 추진되고 있다. 광대역을 이용함으로써 고속, 대용량의 트래픽을 처리할 수 있는 반면, 기존의 주파수 공유와는 달리 여러 대역에 걸친 다양한 서비스들과의 간섭문제를 해결해야 한다. 홈네트워크, WPAN 등에서 이용될 핵심 기술이 될 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 최상성 외 1인, “UWB WPAN 기술 개발 현황 및 시장 전망,” ETRI CEO Information, 제34호, 2005. 11.
- [2] 일본 와이어리스 브로드밴드 추진연구회, 최종보고서, 2005. 12.
- [3] J. Mitola III et al., “Cognitive Radio: Making Software Radios More Personal,” *IEEE Personal Communications*, Vol.6, Issue 4, Aug. 1999.
- [4] FCC, Report and Order, FCC 05-57, 2005. 3.
- [5] FCC, Notice of Proposed Rule Making and Order, FCC 03-322, 2003. 12.
- [6] ECC(Electronic Communications Committee), The Protection Requirements of Radio communications systems below 10.6GHz from Generic UWB Applications, ECC Report 64, Feb. 2005.
- [7] E2R Project homepage, <http://e2r.motlabs.com>
- [8] RSPG, RSPG Opinion on WAPECS, RSPG05-102 final, 2005. 11.
- [9] 일본 UWB 무선시스템위원회, 보고(안), 2006. 1.
- [10] 김종현, 미래 무선환경에서의 유연한 주파수 이용방안, 주파수정책기술 연구결과 발표회, 2005. 11.