

# 서비스/기술 중립성 전파 이용 동향

홍헌진  
한국전자통신연구원  
전파자원연구팀

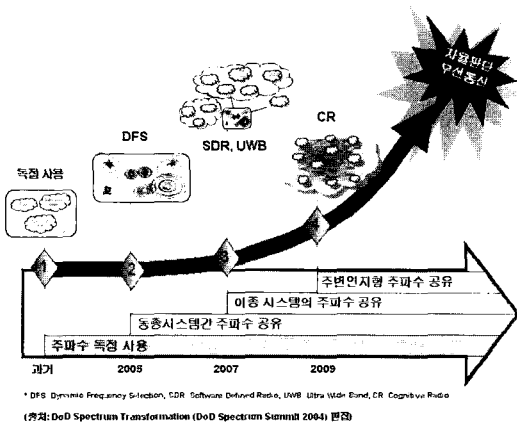
## I. 서론

전파 자원의 중요성은 관련 시장과 기술의 급격한 변화로 인하여 날로 증가하고 있다. 특히 최근 수년간 전파 이용 기술의 발전으로 무선 통합 및 통신, 방송의 융합 추세가 강화되고 있다. 또한, 미래 유비쿼터스 사회가 도래하면서 다양한 전파 형식, 통신 방식을 갖는 무선 통신 시스템이 출현하고 다양한 용도를 수용할 수 있는 소출력 무선기기의 주파수 대역에 관한 요구가 증대되고 있어 이를 수용하기 위한 주파수 이용 방안을 마련하여 통신 시장에 능동적 대처 필요하다(그림 1). 또한, 무선 통신을 하는데 유리한 전파 특성을 갖는 특정 주파수 대역의 이용이 증가하고 있으나, 기존 무선 서비스 시스템들에 의한 주파수 선점으로 이 대역을 사용하고자 하는 신규 서비스 및 무선 기술의 개발이 제약 받고 있

으며, 점점 높은 주파수 대역을 사용하게 되어 무선 통신의 효율성이 저하될 것으로 예상되어 주파수 이용에 새로운 패러다임을 도입해야만 하는 시점이다.

주파수 이용의 새로운 패러다임에서는 무엇보다, 주파수 부족 문제를 해결하기 위한 주파수 이용 효율 극대화가 필요하며, 이를 위해서 국가 전파 정책인 주파수 지정 할당 및 이용으로부터 허가 없이 유연하게 사용할 수 있는 개방형 주파수 할당으로의 패러다임의 변화가 필요하다. 개방형 주파수 할당을 통한 주파수 관리를 위한 전제 조건으로 기술 중립성 및 서비스 중립성이 필요하다. 기술 중립성(Technological Neutrality)은 동일 및 인접 대역에서 서비스하는 다른 무선 시스템의 기술 방식에 관계없이 상호간 간섭을 일으키지 않아야 하며, 서비스 중립성(Service Neutrality)은 개방형 주파수로 할당된 모든 주파수 대역 내에서는 모든 서비스가 제공될 수 있어야 함을 의미한다.

현재 세계적으로 주파수 부족 문제 해결과 이미 할당된 주파수의 효율적 사용을 위해 주파수 관리에 기술 중립성 및 서비스 중립성을 만족시키기 위한 기술 및 제도 차원에서의 접근을 시도하고 있다. 최근 미국의 스펙트럼 관리 변화를 보면 초기에는 독점적으로 특정 대역을 특정 용도로 허가하여 인접 대역에 간섭을 주지 않고 사용하는 전파 이용 방식이었으나, 최근에 와서는 같은 시스템간의 주파수 공유가 가능한 기술로 발전하고 있다. 그리고 이러한 기술적인 발전은 전파 이용 환경의 시공간적 실시간 감시 및 예측을 통하여 전파를 동적으로 할당하거나, 미 사용되는 주파수 공간을 확보하여 동적으로



\* DFS Dynamic Frequency Selection, SDR Software Defined Radio, UWB Ultra Wide Band, CR Cognitive Radio  
(출처: DoD Spectrum Transformation (DoD Spectrum Summit 2004) 발표)

[그림 1] 주파수 이용 방식의 변화

채널을 할당하는 주파수 공유 기술로 발전하여 전파 자원의 효율적 활용이 극대화 될 것으로 예상된다. 또한, 기술적 측면에서 CR을 개발 중이고, 제도적 측면에서는 허용 가능한 간섭 온도(Interference Temperature) 등의 채택을 논의 중이다. 유럽에서는 제도적 측면에서 WAPECS 및 Flexible Band를 논의 중이며, 워킹 그룹인 SE42를 결성하여 2008년 중반까지 WAPECS 및 Flexible Band의 원활한 운용에 필요한 기술적 요구사항을 마련할 계획으로 있다. 우리나라에서도 2005년 9월부터 FACS 연구반을 가동하여, 미래의 다양한 전파 이용 환경 변화에 대비하고, 소출력 무선기기를 이용한 신규 서비스 개발을 촉진하기 위한 제도적 기술적 뒷받침을 하고 있다. 따라서 본 고에서는 무선 환경의 변화에 따른 주파수를 효율적으로 이용하기 위한 유럽, 미국, 한국의 서비스/기술 중립성 전파 이용 동향에 대해 소개한다.

## II. 서비스/기술 중립성 전파 이용 동향

### 2-1 WAPECS 및 Flexible Band

유럽의 경우에는 먼저 제도적 차원에서의 접근을 시도하여 WAPECS 및 Flexible Band를 도입 예정이다. WAPECS(Wireless Access Policy for Electronics Communication Services)의 개념은 기기의 사용 기술, 동작 주파수에 따른 서비스에 관계없이 무선 통신 네트워크와 서비스에 접속할 수 있는 주파수 대역을 의미하는 것으로, 하나 또는 다수의 주파수 대역에서 Mobile, Portable, Fixed 등의 통신 Access를 통하여 datacasting, broadcasting, multimedia 등의 다양한 서비스를 사용자에게 제공하는 것을 의미한다. WAPECS 대역이 기기의 사용 기술, 서비스에 관계없이 유연하게 접속하여 사용할 수 있다는 정의로부터 기술 중립성, 서비스 중립성을 만족하는 대역임을 의미한다. 2004년 6월 EC에서는 WAPECS에 대한 연구를 RSPG(Radio Spectrum Policy Group)에 요청하였

고, RSPG 내에 WAPECS drafting 그룹을 결성해 연구를 주도하도록 하였다. 2006년 12월 이동 통신용 주파수에 WAPECS를 적용한 첫 사례로서 유럽 ECC에서는 주파수의 효율적 이용을 위하여, 기존에 GSM(2G)으로 사용 중인 880~915 MHz, 925~960 MHz, 1,710~1,785 MHz, 1,805~1,880 MHz 대역을 GSM과 IMT-2000/UMTS 간의 채널 중심 주파수 이격이 2.8 MHz 이상인 경우, IMT-2000(3G) 서비스와 공유하여 사용할 수 있도록 IMT-2000 대역으로도 지정하였다. 900 MHz, 1.8 GHz 대역의 경우, 이미 GSM으로 사용 중이지만, IMT-2000용으로도 지정하여 3G 서비스 확대를 촉진하고, 이 대역이 현재 IMT-2000용으로 지정된 대역보다 전파 특성이 우수하여 실제 IMT-2000의 서비스 도입 시 효율 가치가 높을 것으로 예상된다. 또한, RSPG의 WAPECS 최종 보고서(05.11)에서 지정한 WAPECS 후보 대역 중 이동 통신용 대역에 처음으로 WAPECS 개념을 적용한 것으로 향후 유럽의 Flexible Band 대역 선정 및 기술 기준 제정의 선행 사례로 참고 가능한 의미가 있다.

Flexible Band는 주파수를 비면허로 사용하면서 스펙트럼의 기존 사용자를 보호해야 하는 개념으로, 신규 사용자에 의한 간섭이 정해진 레벨 이상일 경우, 기존 사용자를 보호하기 위한 기존 사용자와 신규 사용자간의 합의가 필요한 대역이다. EC에서는 기존의 비면허 주파수 대역에서 운용되는 무선기기뿐 아니라, 향후 도입될 서비스까지도 포함해 더욱 다양한 응용 서비스가 가능하도록 하기 위해 Flexible Band 개념을 연구 중에 있으며, CEPT에 의해 ECC에서 관련 보고서 작성(ECC Reoprt 80, '06.3.)된 이래, CEPT 산하에 Working Group SE42를 신설하고 WAPECS와 함께 연구토록 하여, 2008년까지 주파수 대역 및 구체적인 기술 기준을 마련할 예정이다. Flexible Band로 고려되고 있는 1차 검토 대역으로는 862~870 MHz, 1,785~1,805 MHz, 57~59 GHz으로 주로 비면허 소출력 대역을 고려하고 있다.

<표 1> Flexible band와 WAPECS 비교

	Flexible Band	WAPECS
도입 가능 서비스	Any Application	Electronic communications service (이동 통신, 위성 통신, 방송 등)
중립도	기술적 제한	기술적 중립
소유권	Light License	License

※ Light License: License-exempt 사용이면서 스펙트럼의 기존 사용자를 보호해야 하는 개념, 신규 사용자에 의한 간섭이 정해진 레벨 이상일 경우 기존 사용자와 합의 필요

Flexible band의 대역 설정 및 기술 기준을 제정하기 위한 SE 42 Working Group은 크게 둘로 나뉘어 회의가 진행되며, 첫 번째 Drafting 그룹은 WAPECS의 기술 중립성을 만족하기 위한, 기술적 조건을 정하기 위한 일반적 방법론을 논의하였고, 두 번째 Drafting 그룹은 공유 대역 및 인접 대역에서의 각 서비스들이 간섭을 받지 않고 사용될 수 있도록 기술 기준을 정립하기 위하여 기존의 ECC에서 서비스 및 기술별 주파수 공유 조건에 대해 논의되었던 Report들을 중심으로 기술기준 검토를 하기로 하였다. WGSE 42내 Drafting 그룹 1은 Flexible Band의 기술 기준을 제정하기 위한 최소한의 기술적 파라미터를 제시하였고 (<표 2>), Drafting Group 2는 각각의 주파수 대역의 서비스 및 주파수 공유 사례별로 다른 기술 기준을 적용하는 Band-by-Band & Case-by-Case 원칙을 정하고, 각 주파수 대역에서의 기술 기준 제정과 관련된 Report를 분석하여 기술 중립성 및 서비스 중립성을 만족하는 최소한의 기술 기준을 마련하기로 하였다. 기술 기준에는 ITU-R의 권고 사항, ETSI 표준 및 전파 규정(RR)을 고려하여 자기 대역 및 인접 대역의 기존 서비스의 주파수 사용 권리 및 타 서비스로부터 간섭을 받지 않기 위한 보호 요구 조건을 평가하여, 간섭 분석 시 고려해야 하며, 주파수 공유 대역

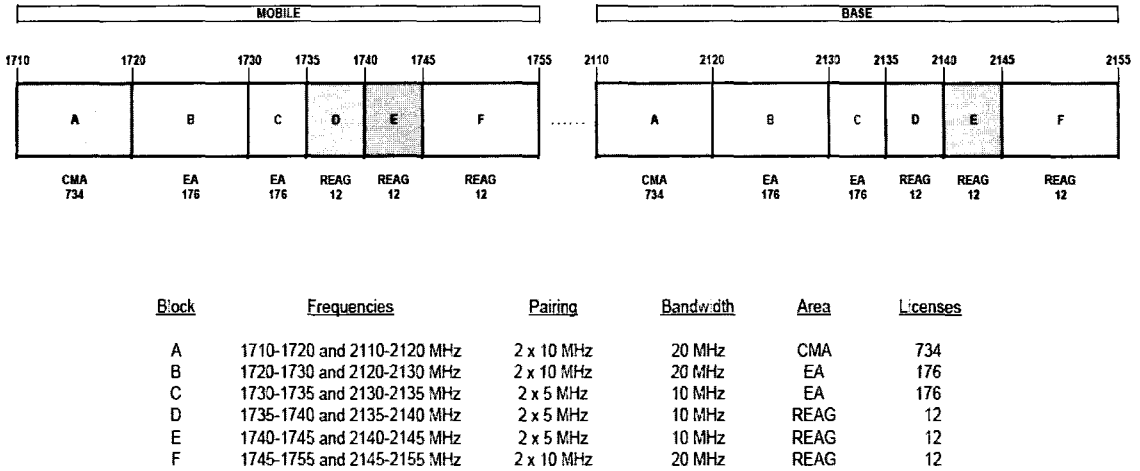
<표 2> Flexible band 기술 기준에 포함될 기술적 파라미터

주파수 공유를 위한 기술 기준 제정 시, 고려되어야 할 최소한의 파라미터	
간섭 서비스 파라미터	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전력 레벨(Power level)</li> <li>· 주파수 안정도(Frequency stability)</li> <li>· 각 주파수 대역 가장자리에서의 간섭 전력</li> <li>· 불요방사(Spurious emission)</li> <li>· 서비스 영역의 가장자리에서의 허용 간섭 전력 레벨 (예, 국경에서의 서비스 보호를 위한 허용 간섭 전력 레벨)</li> </ul>
희생 서비스 파라미터	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 채널 Access 방법 (예, CDMA/ FDMA/ TDMA)</li> <li>· 수신 감도(Sensitivity)</li> <li>· 채널 선택도(Adjacent channel selectivity)</li> <li>· 블로킹(Blocking)</li> </ul>

의 주파수 환경은 매우 역동적(간섭을 받을 확률이 존재함)이므로, 전파 규정(Radio Regulation)이나 WRC에서 규정한 상위의 서비스를 보호하기 위한 보호 규정이 필요하다. 그러나 보호 규정으로 인해 유연한 주파수 이용이라는 기본 취지에 역효과를 주지 않는 최소한의 기술 기준이 필요하다.

## 2-2 미국의 AWS(Advanced Wireless Access) 대역 및 OFCOM의 SQB(Spectrum Quality Benchmark) 연구

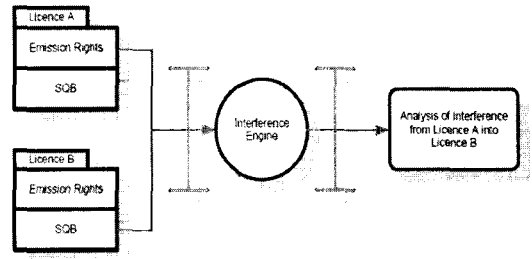
미국에서는 신규 서비스가 기술 진화 속도에 유연하게 대응할 수 있게 하고 주파수 이용자의 선택권을 확대하여 전파의 가치를 제고하기 위하여, 1997년 균형 예산법(Balanced Budget Act of 1997)을 발표하면서 상업용 주파수의 경매에 있어 주파수의 유연한 이용을 허용하도록 규정하였다. 이후 AWS(Advanced Wireless Access) 대역의 경매시 기술 및 용도 중립성을 도입하고 있다. 미국 AWS 대역은 고품질의 음성 및 혁신적인 데이터 서비스 제공을 위한 advanced 무선 기술 도입 촉진을 위해 도입한 대역으로, AWS 대역에서는 3G 등을 포함한 다양한 무선



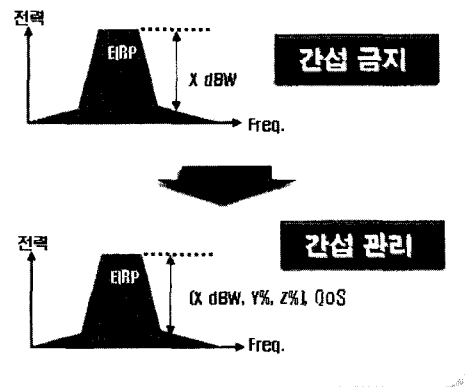
[그림 2] 미국의 AWS(Advanced Wireless Access) 도입

기술들의 서비스 제공이 가능하여, 주파수 이용의 기술 및 서비스 중립성을 만족시키고 있다. 2003년 11월, FCC는 1,710~1,755 MHz와 2,110~2,155 MHz 등 총 90 MHz에 대해 AWS 서비스 규칙을 제정하였다.

영국에서는 정부가 시장 상황 및 기술 발전을 예측하는데 있어 시장보다 더 이상 우위에 설 수 없다는 측면에서 주파수 이용 사업자의 자율성 확대에 중점을 두고, Spectrum Framework Review('04.11월)를 통해 향후 상업용 주파수 할당 시 기술 및 용도 중립성을 도입하며, 주파수 이용의 자유화를 점진적으로 도입하기로 결정하였다. 따라서 영국 Ofcom에서는 기술 중립성, 서비스 중립성의 원활한 운용을 위해 Spectrum Quality 관점으로 간섭을 관리하는 전파관리 방안을 연구 중에 있다. SQB(Spectrum Quality Benchmark)란([그림 3]), Spectrum Quality만 만족하면 자신의 대역 내에서 서비스나 기술의 변경이 가능하다. SQB를 적용한 경우의 주파수 간섭 분석에는 '인접 대역 수신기에서 시간의 Y % 동안 혹은 장소의 Z %에서 X dBW를 초과하지 않을 것'과 같은 QoS(Quality of Service) 개념이 도입될 수 있다([그림 4]).



[그림 3] SQB(Spectrum Quality Benchmark)



[그림 4] SQB를 적용한 주파수 간섭 분석

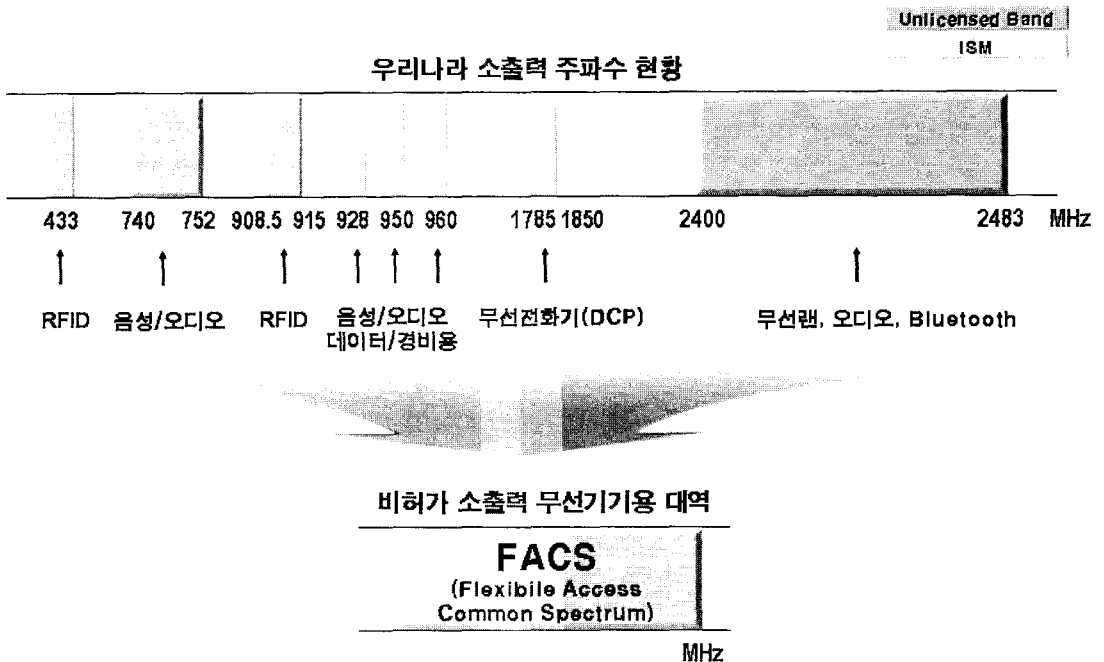
### 2-3 FACS(Flexible Access Common Spectrum)

우리나라에서도 세분화 되었던 비신고 무선국용 주파수의 용도 통합 및 이용제도 개선을 추진 중이고, 유한한 주파수의 효율적 이용을 위해 주파수 공유 대역 확대의 필요성에 대한 인식이 확산됨에 따라 주파수의 유연한 이용을 위한 기술적, 제도적 방안의 마련을 추진 중이다. 이와 함께 FACS(Flexible Access Common Spectrum) 대역을 도입하여 서로 다른 전파 형식, 통신 방식의 무선 통신 시스템들이 유연하게 이용할 수 있는 용도 미지정 대역의 도입하여 기술 중립성 및 서비스 중립성을 만족하는 주파수 대역 확보를 추진하고 있다. FACS 대역은 간섭 완화 기술을 사용하는 비허가 소출력 무선기기들이 타 기기에 미치는 간섭 영향을 최소화 하면서 서로 공유하여 사용할 수 있는 대역이다.

우리나라의 FACS 연구 동향은 2005년 9월 정부

를 중심으로 ETRI 등의 연구 기관 및 학계 전문가로 구성된 FACS 연구반을 가동하여, 미래의 다양한 전파 이용 환경 변화에 대비하고, 소출력 무선기기를 이용한 신규 서비스 개발을 촉진하기 위한 제도적 기술적 뒷받침을 하고 있다. FACS 연구반의 주요 연구 내용으로는 국내 주파수 환경에 적합한 FACS 적용 모델 도출 및 적용 시기, 단계별 확대 방안 등을 수립하는 제도 방안 연구와 주파수 특성, 사용 빈도, 경제적 가치 창출 등을 고려하여 국내에서 가용한 주파수 대역을 검토하는 주파수 방안 연구, FACS 대역에서 소출력 기기들이 상호간 간섭을 최소화 하면서 자유롭게 사용될 수 있도록 공유 기술의 적용 및 간섭을 줄이기 위한 기술적 측면을 검토하는 기술 방안 연구를 수행하고 있다.

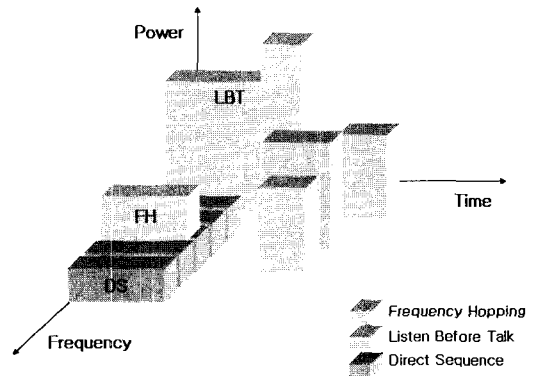
FACS 대역에서의 기술 중립성 및 서비스 중립성을 만족하기 위하여([그림 3, 4]), 소출력 기기들에 대한 주파수 공유를 위한 기술 기준을 마련하는 것이



[그림 5] FACS 서비스 중립성

중요하다. FACS 대역에서 사용되는 소출력 기기들에 대한 기술 기준은 크게 간섭 회피 기술을 포함하고 있는 기기에 대한 간섭 회피 기술별 이용 기준을 마련중이다. 현재 다수의 소출력 기기들이 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum), FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum) 등의 디지털 방식을 통하여 시스템 상호간의 간섭을 경감시키고 있으며, 최근에는 CR(Cognitive Radio), LBT(Listen Before Talk), AFA(Adaptive Frequency Agile) 등의 좀 더 진보된 간섭 회피 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. FACS 대역의 이용 기준으로 고려한 간섭 회피 기술로는 LBT, FHSS 및 DSSS가 있다. FACS 이용 기준 마련을 위해서 고려한 간섭 회피 기술별 타기기에 미치는 간섭의 영향이 다르므로, 주파수 공유를 위한 최적의 조건을 갖추고 있는 간섭 회피 기술에 한해서는 상대적으로 높은 출력 레벨을 허용할 수 있다. 간섭 회피 기술이 없는 경우, 다른 소출력 기기들에 미치는 영향이 상대적으로 크므로 타 시스템에 간섭을 주지 않기 위한 최소한의 일반적인 출력 레벨만을 규정한다.

FACS 대역에서 무선기기가 주파수 자원을 공유하기 위해서는 방사 신호에 따른 간섭 영향을 공평하게 유지할 필요가 있다. 따라서 FACS 대역 공유 기준은 간섭 영향을 평가하는 임의의 수신기가 존재한다고 가정할 때, 간섭 무선기기로부터 영향을 받는 간섭의 양을 동일하게 유지하는 것으로 한다. 간섭을 공평하게 유지하기 위해서 같은 기술을 사용하는 시스템은 송신 조건을 동일하게 유지하면 된다. 그러나 서로 다른 간섭 완화 기술을 사용하는 송신기 기기 사이에는 서로 다른 시스템 사이의 송신 균형을 유지하기 위한 수단이 필요하다. 모든 무선기기가 공평한 송신 조건을 유지하도록 동일한 시간동안 주파수 대역폭당 공중선 전력을 동일하게 유지한다. [그림 6]에 나타낸 것과 같이 FH, LBT, DS 시스템은 각각 간섭을 발생시키는 환경이 다르다. [그림 6]에 나타낸 것과 같이 FH는 인접 채널과 동일 채널 간섭을



[그림 6] FACS 기술 중립성

유발하며, LBT 시스템은 인접 채널 간섭만을 발생시킨다. 반면에 DS 시스템은 FH 시스템과 같이 인접 채널과 동일 채널 간섭을 유발하며, FH 시스템보다 동일 채널 간섭을 발생시킬 확률이 크다. 따라서 이들 시스템들은 똑같은 출력, 주파수 대역폭 등 송신 파라미터가 같더라도 발생시키는 간섭량은 다르다. 따라서 이들 시스템 사이에 송신 균형을 위한 파라미터의 도입이 필요하며, 이 파라미터를 balancing factor라 한다. 2007년 현재, FACS 이용 기준 연구반은 FACS 이용 기준에 포함될 세부 파라미터를 정의하고, FACS 대역의 이용 기준을 정량화 하여 이를 수식으로 표현하기 위한 연구를 계속하고 있다.

### III. 결 론

한정된 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위해서 통신 시스템의 전송 효율을 높이거나 송신 스펙트럼의 순도를 높이기 위한 많은 연구가 진행되었다. 최근에는 보다 효율적으로 주파수 자원을 이용하기 위해서 주파수 관리 정책이 나아갈 방향에 대한 연구가 진행되고 있고, 다양한 전파 형식, 주파수, 대역폭, 통신 방식 등을 수용할 수 있고, 센서 네트워크, 홈 네트워크, 근거리 통신 등 유비쿼터스 환경

에서의 어떠한 서비스도 상호 접속 및 운용 가능하도록 주파수 관리에 새로운 패러다임이 도입되고 있다. 이를 위해서 무선기기들은 기술 중립성 및 서비스 중립성을 만족하면서 운용되는 것이 무엇보다 중요하며, 이는 새로운 스펙트럼 공유 기술에 대한 연구 개발이 가속화 되고 있어 실현 가능성이 높다. 주파수를 유연하게 이용할 수 있도록 주파수 관리의 패러다임이 변화됨으로 인하여, 국내외 기업들의 손쉬운 주파수 활용으로 신기술 연구 개발을 촉진하고, 세계 수준의 국내 IT 인프라, 신기술에 대한 높은 수용성 등을 감안할 때 우리 나라가 새로운 무선 서비스의 글로벌 테스트베드로 부상 가능하여 현재의 IT 강국의 지위를 미래까지 연장시켜 우리나라가 아태지역 'IT 전파 허브'로 부상하는 기회를 마련할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] FCC, "Code of federal regulation 47, Part 15", Feb. 2006.

[2] "Relating to the use of short range devices(SRD)", State of CEPT/ERC Recommendation 70-03, Nov. 2005.

[3] 전파법시행령개정, 대통령령 18908호, 2005년 6월.

[4] "신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기", 정보통신부장관고시 제 2006-31호, 2006년 8월.

[5] Simon Haykin, *Communication Systems*, 3rd Ed., 1994.

[6] Spectrum Policy Task Force report, ET Docket No. 02-135, Nov. 2002.

[7] 김종헌, "미래 무선 환경에서의 유연한 주파수 이용방안", 주파수정책기술 연구결과 발표회, 2005년 11월.

[8] J. H. Kim, "Technical consideration and applications for open spectrum policy", *International open spectrum access workshop*, Apr. 2006.

[9] 김종헌, 홍현진, "유연한 오픈 주파수 대역", 한국전자과학회논문지, 17(3), pp. 26-36, 2006년 7월.

[10] 김종헌, "유연한 무선접속대역(FACS) 이용제도 방안", 전파방송 정책 기술 표준 세미나, 2006년 11월.

[11] Radio spectrum policy group, "Final report on wireless access policy for electronics communications services(WAPECS)", Nov. 2005.

[12] FCC, "Part 15- radio frequency devices", Sep. 2005.

≡ 필자소개 ≡

홍 현 진



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

책임연구원

[주 관심분야] 스펙트럼공학, 전파전파, RF기술