

# CR-UWB 무선전송 기술의 배경 및 기술 개요

□ 차재성\*, 이일규\*\*, 송홍중\*\*\*, 권진교\*\*\*\*, 권경삼\*\*\*\*\* / \*서울산업대학교, \*\*공주대학교, \*\*\*연세대학교, \*\*\*\*경희대학교 테크노 경영대학원, \*\*\*\*\*인하대학교 정보통신대학원

## 1. 서 론

최근의 무선통신기술과 관련 시스템 및 서비스의 발달은 사람들로 하여금 언제나 어디서나 누구와도 간편하게 정보를 교환할 수 있게 해주고 있다. 이러한 무선통신영역은 아직까지도 다종다양한 영역에서 기술개발 및 서비스제공이 경쟁적으로 이뤄지고 있는 상태이다. 특히 최근에는 장소의 한계성을 뛰어넘는 유비쿼터스 통신을 지향하고, 광대역 환경하에서 방송 및 통신서비스들이 융합되는 광대역통합망에 연계되는 차세대형 이동통신기술의 개발을 목표로 다종 다양한 기술들이 경쟁적으로 개발되고 있으며 이에 대한 표준화의 논의도 활발하게 이뤄지고 있는 상황이다. 한편, 이러한 다종다양한 통신시스템들의 개발을 위해서는 일반적으로는 신규 주파수 자원의 확보가 절실하게 필요한 상황인데, 주파수 자원이 상당

히 부족한 현실 속에서 신규 주파수 자원의 확보가 필요 없이 초광대역 무선통신서비스를 제공해줄 수 있는 기술로서 Ultra Wide Band(UWB) 통신기술이 최근에 대두되게 되었다. UWB무선통신기술은 3GHz에서 10GHz 사이에서 중심주파수 대비 대역폭이 20% 이상이거나 500MHz이상의 주파수 대역폭을 사용하며 FCC에서 규정한 송출전력한계치의 범위 내에서 사용되는 무선 통신기술이다. UWB무선통신기술은 최근에 고속형 UWB와 위치인식기반의 저속형 UWB로 구분되어 표준화 및 상용화에 대한 논의가 활발하게 이뤄지고 있다. 고속형UWB의 경우에는 IEEE802.15.3a에서 표준화에 대한 논의가 최근 수년간 이뤄져 왔는데, 주로 인텔 주도형의 MB-OFDM(Multi-Band Orthogonal Frequency Division Multiplexing)기술과 모토로라 주도형의 DS-SS(Direct Sequence Code Division

※ 본 연구성과물의 일부는 2005년도 인하 UWB-ITRC의 지원사업의 지원으로 이루어졌습니다.

Multiplexing) 기술로 양분되어 지고 있는 상태이다 [1]. 저속형 UWB기술은 고속형 UWB에 비해서는 저속형태에서 위치인식기능을 크게 접목시킨 기술로서 최근 IEEE802.4a에서 표준화가 활발하게 진행 중이다. 이러한 UWB무선통신기술이 초기에 제안되었을 때는 송출전력이 미약해서 3GHz에서 10GHz 대역내의 다른 통신시스템에 대한 간섭이 미약하다고 하였으나, 아직까지도 UWB무선통신시스템이 동일 대역내의 다른 시스템에 대한 간섭 및 혼신을 야기시킬 수 있다는 논란이 끊이지 않고 있는 상태이다. 최근에 ITU-R 에서는 UWB 특성, UWB 이용제도, UWB 간섭영향 분석 등에 대한 권고안이 제시되었으며, 일본에서는 UWB무선통신시스템이 사용되는 주파수대역내에 공존하는 다른 시스템이 존재할 경우에는, UWB무선통신시스템과 다른 시스템간의 간섭을 회피하기 위해서 다른 시스템의 사용하는 시간을 감지해서 회피함으로써 타 시스템과의 충돌을 회피하지는 DAA(Detect And Avoid)알고리즘을 제안해서 주목을 받았다. 이러한 DAA알고리즘은 다양한 통신시스템간의 간섭회피 및 주파수이용효율 증진을 위해 최근에 대두되고 있는 Cognitive Radio (CR)개념이 UWB에 접목된 CR-UWB[2][3]의 개념과 연계된다고 할 수 있다. 따라서 향후 UWB무선통신기술을 지속적으로 활성화시키고 상용화시키기 위해서는 국제적인 기술의 표준화문제를 안정적으로 진행시킴과 동시에, UWB대역내의 타 시스템들과 충돌 없이 조화롭게 운용하기 위한 CR-UWB기술의 개발이 무엇보다도 절실한 시점에 놓여있다고 할 수 있다. 따라서 본 고에서는 최근 급속하게 대두되고 있는 CR-UWB분야 중에서 주로 물리계층의 무선전송과 관련된 기술의 배경 및 개요를 기술하고자 한다.

우선 2장에서는 CR-UWB 무선전송 기술의 배경 이론 및 국내외 개발 동향에 관해서 기술하고, 이어

서 3장에서는 UWB 스펙트럼 마스크의 현황 및 CR-UWB 무선전송의 필요성에 관해서 논하고자 한다. 4장에서는 CR-UWB 무선전송 대역 알고리즘 및 이를 위해 필요한 스펙트럼의 검출 기법 등에 관해서 살펴보고, 결론을 맺도록 하겠다.

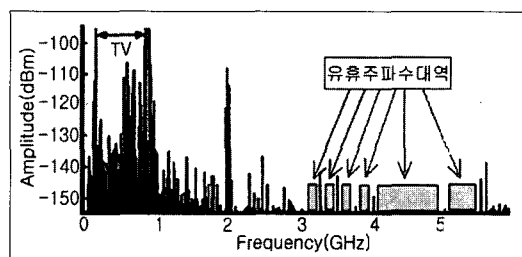
## II. CR-UWB 무선전송 기술의 배경 이론 및 국내외 개발 동향

### 1. CR-UWB 무선 전송의 개념

CR-UWB는 기존의 무선통신 주파수 이용자의 사용 주파수대역을 검출해서 인지한 후, 해당 주파수대역을 회피하여 전송하는 기술로서, CR-UWB의 구조는 일반적인 UWB시스템에 추가적으로 주파수 검출(Spectrum Sensing)기능과 이에 대한 운용기술이 부가된 형태를 갖는다고 할 수 있다.

〈그림 1〉은 6GHz이하의 주파수 대역에서의 주파수 사용율을 측정된 결과[4]를 도시화한 것으로서, 〈그림 1〉의 예를 보면, 참고문헌[4]에서 측정된 시점에서는 3.1 GHz이상의 UWB대역에서도 상당수의 유휴주파수대역들이 존재하고 있다는 것을 확인할 수 있다.

CR-UWB는 〈그림 1〉에서 나타낸 바와 같이, UWB



〈그림 1〉 주파수 사용율을 측정된 결과의 한 예[4]

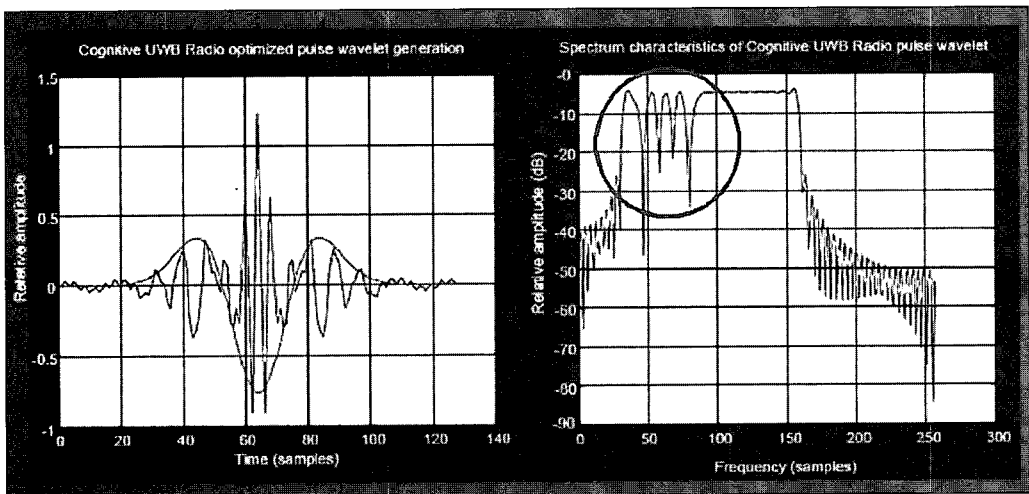
통신대역에서 스펙트럼 검출(Spectrum Sensing)과정을 통해서 유휴주파수대역이 발생되는지의 여부를 수시로 검출해서, 주파수 충돌을 유연성 있게 회피하면서 전송을 행하는 기술이라고 할 수 있다. CR-UWB 통신에서의 유연성 있는 전송을 위해서는 유휴주파수대역이 발생할 경우에만 데이터 전송을 행하는 방식을 고려할 수 있다. 또한, UWB대역 중에서 장시간에 걸쳐서 유휴스펙트럼이 좀처럼 발생되지 않는 대역에 대해서는 그 대역만을 회피시키기 위한 송신파형 성형과정을 거쳐서 기존 시스템과의 충돌을 최소화 할 수 있는 기법도 검토될 수 있다[5]. <그림 2>는 송신파형 성형과정을 거친 한 예를 시간축 및 주파수축상에서 보여주고 있는 것으로서, 우측그림상의 전송신호의 진폭스펙트럼을 보면 동그라미로 마킹한 부분의 진폭은 상당부분 기존시스템에서 사용되는 협대역 성분들과의 충돌을 회피하기 위해서 해당 대역들에서 움푹 파여져 있는 부분들이 형성되어 있는 것을 알 수 있다. 그러므로, 이러한 송신파형 성형방법을 이용할 경우에는, 송출신호 성형을 통해서 타 시스템과의 충돌가능성이

있는 특정대역에 대한 진폭값을 원천적으로 감소시킬 수 있으므로 타 시스템과의 충돌을 송신기 레벨에서 원천적으로 회피시킬 수 있다는 특징을 갖는다.

## 2. CR-UWB 무선전송의 국내외 동향

### 1) 국내 현황

정통부에서는 CR기술 개발은 IEEE(국제 전기전자학회)의 TV주파수 대역 등을 이용한 CR 이용기술의 표준화작업이 빠르면 2007년경 완료될 것으로 예상하고 있으며, 한국전자통신연구원(ETRI)에서는 CR 관련 핵심기술인 주파수 스펙트럼 측정 알고리즘 기술과 같은 핵심분야에 대한 연구와 IEEE 표준화 활동 등을 수행하고 있다. 또한, 정통부는 CR 및 UWB와 같이 주파수의 경제적 효율성을 촉진하는 스펙트럼 관리정책 방향을 설정(공유시범 주파수, 지역 등)하고 현재 운용중인 전파방송 통합시스템과 미국·캐나다·일본의 스펙트럼 시스템을 상호 비교해 강점, 약점, 기회, 위협요인을 부여하기로 했으며, 장



<그림 2> CR-UWB신호의 한 예 및 그 진폭스펙트럼[5]

기적으로 주파수 스펙트럼 관리를 위한 로드 맵을 수립할 방침인 것으로 알려졌다[6]. 또한 한국전파협회는 정보통신부의 지원을 받아 스펙트럼공학포럼을 설립하여 스펙트럼 관련 제반 기술 연구와 스펙트럼 관리, 분석을 통해 표준화 활동에 기여하고 있다.

## 2) 국외 현황

국외에서는 이미 스펙트럼의 효율적인 관리를 위해 CR 기술의 도입을 적극 검토 중인데, 미국은 대통령의 훈령에 따라 '스펙트럼 21(Spectrum-XXI)'을 추진 중이고 캐나다는 7년 프로젝트로 종합관리시스템을 개발하고 있다. 또한 FCC는 UWB같은 새롭고 혁신적인 방법으로 주파수를 다루는 "Spectrum Policy Task Force"라는 그룹을 결성하였으며 CR을 상용화 할 수 있는 방안에 대한 의견을 구하고, 제안된 규칙 제정을 고지했다. 또한 이 그룹은 UWB 사용에 대한 잠정적 규정을 발표하고, 5 GHz와 60 GHz 대역에서 자유롭게 사용할 수 있는 스펙트럼을 발표했다. 2003년 12월 FCC NPRM(Notice of

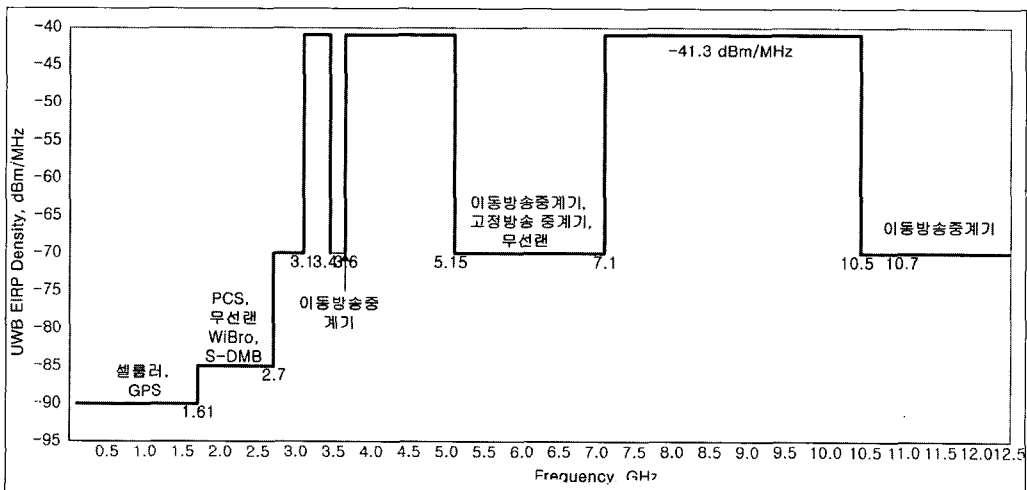
Proposed Rulemaking)에서는 CR을 개발하려는 IEEE802.22라는 표준화 기구를 만들었다. 또한 IEEE에서는 WPAN환경에서의 공존할 수 있는 기술 개발을 목표로 하는 "Coexistence Technical Advisory Group"라는 그룹을 결성하였다[6].

## Ⅲ. UWB 스펙트럼 마스크의 현황 및 CR-UWB 무선 전송의 필요성

UWB 스펙트럼 마스크란 FCC에서 규정하고 있는 주파수별 UWB 송신 방사전력을 의미하며, UWB를 이용하기 위해서는 UWB 스펙트럼마스크의 현황을 파악하여 타 시스템과의 충돌이나 간섭을 회피하는 기술을 적용하는 것이 매우 중요하다.

### 1. 국내 UWB 무선전송 스펙트럼 마스크

UWB 한국 포럼에서는 UWB 기기에 의한 국내



(그림 3) 국내 서비스를 고려한 UWB 출력 스펙트럼 (안)

서비스들의 간섭영향 분석 및 평가를 수행해 오고 있으며, 2005년도의 연구 결과를 바탕으로 국내 주파수대 서비스에 대해 허용할 수 있는 최대 UWB 송신 전력 레벨을 정리하여 <표 1>과 같은 결과를 얻었다. <표 1>의 결과를 주파수에 따른 UWB 송신 스펙트럼 마스크로 표현하면 <그림 3>과 같이 나타낼 수 있다.

<그림 3>의 UWB 송신 스펙트럼 마스크는 아직 확정되지 않은 단계이므로 UWB 스펙트럼 마스크 안으로 제안되고 있다. 향후 좀 더 자세한 분석 및 평가 과정을 겪은 후 공청회 등의 절차를 통해서 최종 국내 UWB 송신 출력 스펙트럼 마스크가 결정될 예정이다.

## 2. 국외 UWB 무선전송 스펙트럼 마스크

### 1) 미국

FCC rule을 근간으로 하여 각 서비스별로 UWB 송신 마스크를 정의하였으며 특히, 실내 환경과 실외 환경을 구분하여 <그림 4> 및 <그림 5>와 같은

스펙트럼 마스크를 제안하였다.

### 2) 유럽

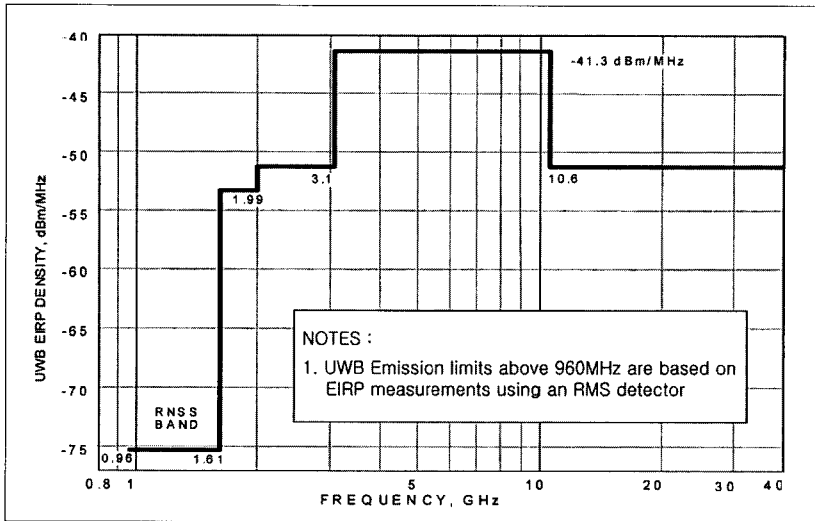
CEPT(유럽 우편 통신 관리 이사회)는 미국에서와 같이 서비스별로 UWB 송신 전력레벨을 제한한 것과 달리, 주파수대에 따라서 UWB 송신 전력레벨을 제한하였다. 3.1 - 4.95 GHz 대역에서는 간섭회피 기술을 이용하여 타 업무에 간섭영향을 주지 않는다는 조건으로 -41.3 dBm/MHz 의 FCC rule을 허용하였으며, 특히 4.2 - 4.8 GHz 대역에서는 2010년 6월 말까지 간섭회피 기술 없이 -41.3 dBm/MHz 의 FCC rule을 한시적으로 허용하였으며 10.6 GHz 이하의 주파수 대역에서 허용 가능한 최대 UWB 송신 전력레벨을 요약하였다.

### 3) 일본

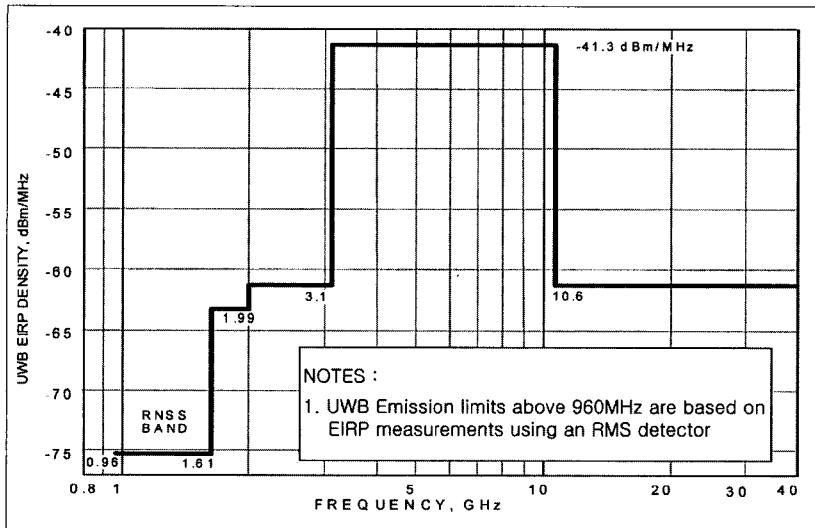
일본은 UWB 스펙트럼 마스크 초안을 제출하였고, 2006년 3월말에 최종안을 제출할 예정인 것으로 알려졌다. 제출된 초안 내용을 보면, 차세대

<표 1> 국내 서비스를 고려한 허용 가능한 UWB 송신레벨

주파수 (GHz)	서비스	허용레벨 (dBm/MHz)	비 고
0~1.61	· 셀룰러, GPS	-90	· 셀룰러는 분석 값 -80dBm보다 낮지만 GPS등을 고려하여 CEPT를 따름
1.61~2.7	· PCS · WiBro · S-DMB	-85	· S-DMB는 aggregation 영향을 고려하면 -88dBm이지만 single 간섭영향 분석 결과는 -81dBm이므로 CEPT안을 따르는 방식 가능 · WiBro(-76.9dBm)와 PCS(-73dBm)서비스는 허용 레벨 보다 높지만 UWB구현의 편의성을 고려하여 CEPT안을 따라가 충분히 서비스 마진을 갖도록 함
2.7~7.1	· 이동방송중계기 (3.4~3.6, 5.15~5.9)	-70	· 이동방송중계기(-78dBm) 및 고정방송 중계기(-75dBm)가 일본의 경우와 유사하므로 일본 및 CEPT의 허용레벨 적용이 가능함 · 일본의 서비스 및 CEPT 참조 : 일본은 7.25GHz까지 포함
7.1~10.5		-41.3	· FCC rule(-41.3dBm)적용 가능
10.5~10.7	· 이동방송 중계기	-70	· 이동방송중계기(-70dBm)특성이 일본의 경우와 유사하므로 일본인 적용 가능
10.7~		-70	· 일본인 적용 가능



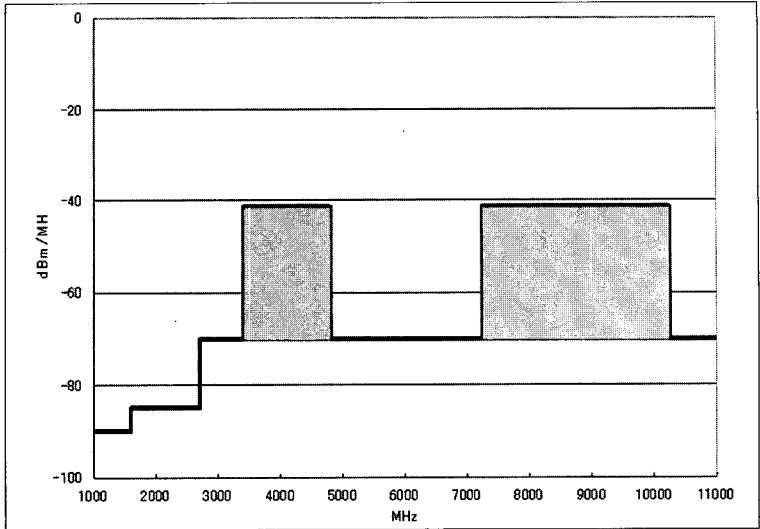
〈그림 4〉 실내 환경에서의 UWB 송신 마스크



〈그림 5〉 실외 환경에서의 UWB 송신 마스크

이동통신 주파수 대역인 3.4 - 4.8 GHz 대역에서는 간섭회피 기술이 적용된다는 가정 하에 -41.3 dBm/MHz 의 FCC rule을 적용하기로 하였다. 수동업무가 있는 4.8 - 7.25 GHz 대역에서는

CEPT 가 제안한 -70 dBm/MHz를 허용하기로 하였다. 7.25 - 10.25 GHz 대역에서는 -41.3 dBm/MHz 의 FCC rule을 적용하기로 하였다. 3.4 GHz 이하 주파수에서는 CEPT에서 제안한



〈그림 6〉 일본에서 제안한 UWB 스펙트럼 마스크

송신 마스크 특성을 따라 가도록 허용하였다. 일본에서 제안한 UWB 스펙트럼 마스크 초안은 〈그림 6〉에 나타내었다.

### 3. CR-UWB 무선전송의 필요성

UWB시스템은 광대역에 신호가 분산되어 있으므로 다른 기존 시스템에 간섭을 일으킨다. 또한, 평균 전력은 작으나 펄스를 발생하는 순간의 전력이 높으므로 임펄스적 전자파유기 등에 의해 다른 장비의 간섭이나 장애를 일으키기도 한다.

따라서 기존 시스템에 간섭을 최소화하기 위해 사용하지 않는 주파수스펙트럼을 SDR(Software Defines Radio)기반의 인공지능으로 감지하여 지역별, 시간대별로 미사용 주파수를 인지하여 상황에 맞게 효율적으로 주파수를 변경하여 사용하는 전파환경을 인지하는 Cognitive Radio 기술을 도입한 CR-UWB무선전송기술이 대두되게 되었다.

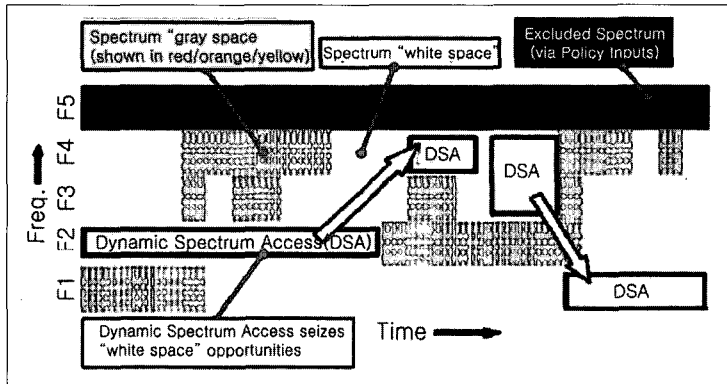
## IV. CR-UWB 무선전송 대역 알고리즘 및 스펙트럼 검출 기법

### 1. CR-UWB 무선전송의 대역 활용 알고리즘

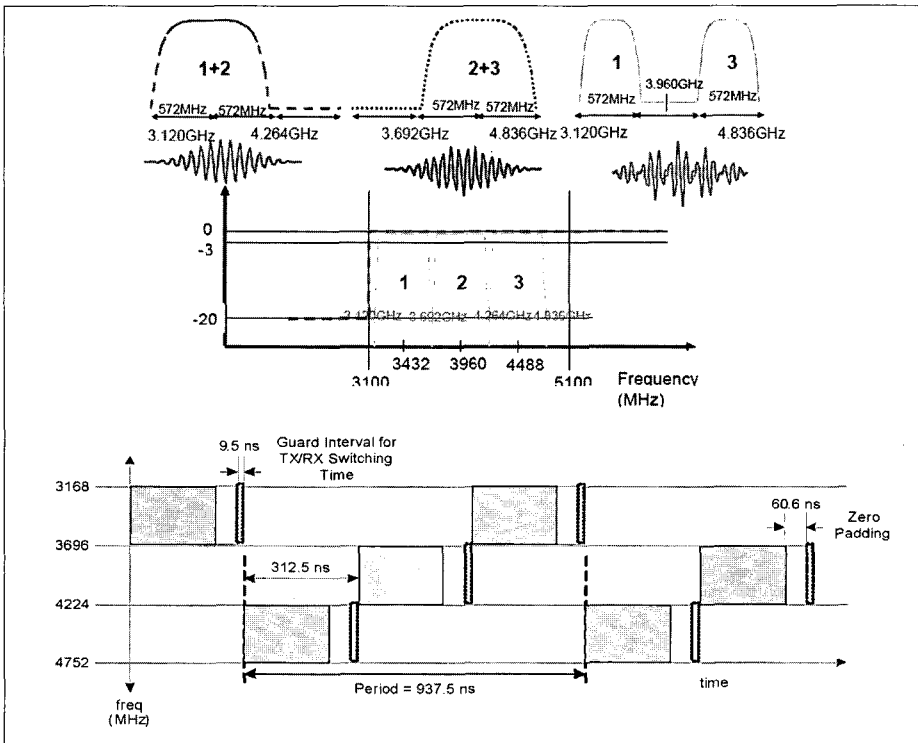
#### 1) 동적주파수 할당 알고리즘

동적 주파수 할당(DFS : Dynamic Frequency Selection)방식은 IEEE802.11a가 5GHz의 UNII 주파수 대역에서 레이더의 신호에 간섭을 받지 않고 전송을 하는 방법으로 고안되었다. 즉, 간섭이 없는 주파수대역을 검출하고, 사용자의 전파수신 감도나 데이터 요구량 등과 같은 요소를 근거로 QoS (Quality of Service)를 제공하도록 주파수 대역을 할당하고 변조 방식 또는 송신전력 등을 제어해 주어야 한다. 한번 비어있는 주파수 검출이 되면 이 주파수 대역을 이용하여 자원할당을 하여 자원을 전송하게 되는 것이다.

〈그림 7〉은 부분적으로 사용되지 않는 주파수를 동적으로 찾아 선택하는 개념도이다. 최초 연결을



<그림 7> Cognitive Radio 동적 주파수 선택[4]

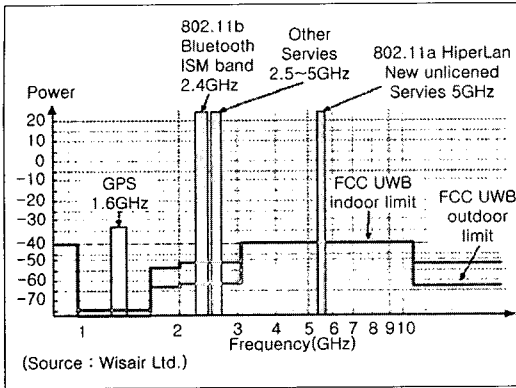


<그림 8> Cognitive UWB Radio의 예시[7]

위해 사용되지 않는 White Space 주파수인 F2를 찾아 접속을 유지하고 Time축 상의 F2주파수가 이용 중임을 감지하게 되면 사용되지 않는 주파수 F4

를 검출하여 채널을 변경하게 되고, 통신용량이 증가함에 따라 White Space인 F3과 F4를 사용주파수대역으로 확대하여 통신채널을 확보한다. 이와





(그림 9) 1-10GHz의 사용주파수 현황[8]

같이 연속적으로 스펙트럼을 검출 후, 비어있는 통신채널을 확보하여 기존 시스템에 간섭이 없는 통신이 가능하다.

다음 (그림 8)은 채널 1~3을 할당된 MB-OFDM 기반의 UWB신호에 동적 주파수 할당 방식을 적용시킨 CR-UWB[7]의 개념을 표현한 그림이다.

**2) 송출용 UWB펄스 성형을 통한 할당 대역 제어 알고리즘**

CR-UWB가 등장한 가장 중요한 특징 중의 하

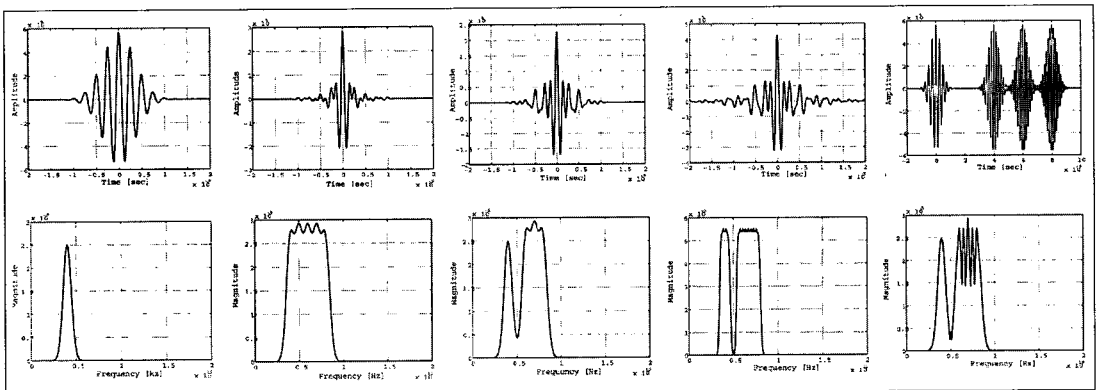
나가 타 시스템에 간섭을 주지 않고 통신을 할 수 있다는 점이다. (그림 9)는 UWB 사용주파수대역내에서 타 시스템의 사용주파수를 나타낸 그림이다.

(그림 9)에서 볼 수 있듯이 2.4 GHz의 ISM band, 5 GHz의 802.11a HiperLan 등 기존 시스템의 협대역신호가 UWB 사용주파수내에서 사용되고 있다. 따라서 기존 협대역 시스템에 간섭이 없도록 하기 위해서는 사용여부를 스펙트럼 검출 (Spectrum Sensing)을 통해 확인 후 이에 대한 UWB의 펄스 성형이 필요하다.

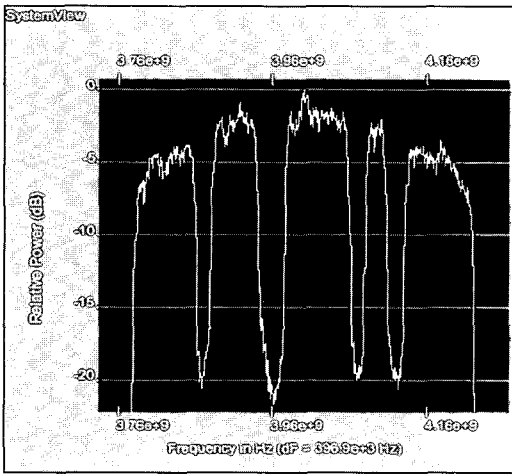
(그림 10)은 협대역 신호의 간섭을 최소화하기 위해 특정 협대역 주파수를 회피하기 위한 CR-UWB의 펄스 성형 과정을 보여 준다.

즉, 광대역으로 퍼지는 UWB의 신호 중 스펙트럼 검출을 통해 사용되고 있는 협대역 신호를 확인 후 위의 과정을 거쳐 기존 시스템에 간섭이 없도록 해당 주파수를 회피시켜 적응적으로 UWB스펙트럼이 변화시킨다.

(그림 11)은 기존 협대역 시스템의 주파수를 회피시킨 CR-UWB의 신호의 파형의 예시이다.



(그림 10) 가우시안펄스의 적응적 변조방법[5]



(그림 11) CR-UWB 펄스성형[7]

(그림 11)에서 보는 바와 같이 광대역 신호인 UWB신호 중 사용되고 있는 기존 협대역 주파수를 UWB의 스펙트럼에서 회피시킨 펄스 성형을 통해 기존시스템에의 간섭을 최소화 할 수 있다.

### 3) 동적 주파수 할당 및 대역제어의 혼합형 알고리즘

CR-UWB의 또 다른 방식은 위의 두 방식인 동적주파수 할당 방식과 펄스 성형방식의 혼합된 방식을 고려해 볼 수 있다. 동적 주파수 할당 방식의 경우 CR-UWB용 채널 중 채널당 할당된 대역폭은 약 500 MHz으로 이 대역폭 안에서 또 다른 협대역 신호가 발생할 수 있기 때문이다. 하지만 이 방식은 기존 협대역 시스템에의 간섭을 최소화 할 수 있는 장점이 있으나 두 번의 스펙트럼 검출(Spectrum Sensing)과 펄스 성형으로 인한 하드웨어 복잡도가 증가하는 단점이 있다.

## 2. CR-UWB 무선전송을 위한 스펙트럼 검출기법

특정 주파수를 회피하여 기존 시스템에 간섭이

없는 광대역 신호인 CR-UWB신호를 만들기 위해서는 기존 시스템의 사용여부를 확인하는 스펙트럼 검출(Spectrum Sensing)기법이 반드시 필요하다.

스펙트럼 검출(Spectrum Sensing)기법은 기존 주파수 사용자의 이용현황을 감지하는 것이다. 이미 돈을 지불하고 주파수 자원을 할당받아서 사용하는 이용자에게는 간섭을 주지 않아야 하기 때문에 비허가 주파수 대역(Unlicensed Frequency Band)에서는 미사용 주파수를 인지하여 상황에 따라 변경하는 스펙트럼 검출이 중요하다.

이러한 스펙트럼 검출(Spectrum Sensing)기법을 살펴보면 다음과 같다.

### 1) 정합 필터(Matched Filter)기법

정합필터의 특성상 SNR(Signal Noise Ratio)를 최대화 할 수 있는 장점이 있으나, 송신 신호에 대한 정보를 미리 알고 있어야 하기 때문에 다양한 환경에서 신호를 검출하는데 어려운 단점이 있다.

### 2) 에너지 감지(Energy Detector)기법

정합필터 방식보다는 한 단계 낮은 방식으로 단순히 해당 주파수의 신호의 세기 정도에 따라서 신호의 존재 유무를 감지하는 방식으로 하드웨어의 단순화가 가능한 장점이 있지만 신호의 크기의 양을 어느 정도로 할 것인가 하는 문제와 간섭신호(Interference)에 대한 대비책이 없어서 정확한 신호 검출이 어렵다. 또한 분산(Spreading)방식을 사용하는 송신 방식에는 취약한 단점이 있다.

### 3) 신호 형태 검출

일반적인 신호는 송신 신호가 주기적인 성질을 가지고 있기 때문에 이를 이용하는 방식이다. 즉, 수신된 신호의 상관관계(Correlation)값을 구하여 신

호의 존재 유무를 검출한다. 이 방식은 간섭신호에 대해서는 강인한 검출 성능을 보인다.

CR-UWB 무선통신을 위해서는 이 같은 스펙트럼검출 기법을 적용하여 UWB 무선전송 대역내의 기존 시스템의 사용여부를 지속적으로 감시하여야 하고 만일 기존 시스템 사용자가 사용을 시작하면 간섭을 주지 않기 위해 대역활용 알고리즘을 적용하여 해당 주파수를 회피시키는 과정이 필요하다.

## V. 결 론

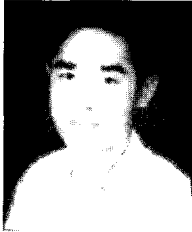
앞서 서술한 내용들을 통해서, 최근 급속하게 대두되고 있는 CR-UWB기술의 배경 및 기술 개요 등

을 살펴보았다. 현재 UWB무선통신시스템의 가장 큰 당면 과제중 하나는 타 시스템과의 간섭문제를 해결하고 주파수 이용효율을 증진시키는 것으로서 본 고에서 소개한 CR-UWB기술은 이에 대한 좋은 해결책중의 하나가 되리라고 사료된다. 이러한 CR-UWB기술은 전세계적으로 아직까지 걸음마 단계로서 새롭게 대두되고 있는 것으로, 향후에도 UWB주파수의 스펙트럼의 특성 및 간섭현황을 명확하게 파악하고, 스펙트럼 검출기술 등과 같은 다양한 CR-UWB의 적용기술에 대한 연구가 꾸준히 진행되어야 할 것으로 판단된다. 향후 CR-UWB의 무선전송기술에 대한 상용화기술이 안정적으로 개발되고 표준화가 진행될 경우, UWB무선통신시스템은 급진적인 도약 및 보급화가 이뤄질 것으로 기대된다.

### 참고 문헌

- [1] [http://mrtmag.com/mag/radio\\_uwb\\_brings\\_radios/index.html](http://mrtmag.com/mag/radio_uwb_brings_radios/index.html)
- [2] Lansford, J, "UWB coexistence and cognitive radio" Joint UWBST & IWUBS.2004 pp:35-39
- [3] Johann Chiang, "Use of Cognitive Radio Techniques for OFDM UltraWideBand Coexistence with WiMax
- [4] 유남철, "무선인지(Cognitive Radio)개념 및 기술동향(2006.2)", 전자부품연구원
- [5] 박경섭, "Cognitive Radio UltraWideBand 기술 전망", IT Forum Korea 2006
- [6] 기획예산실, "주간특허동향(2005)", 전자정보센터(eic), pp:11-12
- [7] Honggang Zhang, Kamy Y. Yazdandoost, Keren Li, Ryuji Kohno "SSA-UWB and Cognitive Radio"
- [8] <http://www.wisair.com>

**필자 소개**



**차재상**

- 1991년 : 성균관대학교 전기공학과(공학사)
- 1997년 : 성균관대학교 전기공학과(공학석사)
- 2000년 : 일본 동북대학교(東北大學校) 전자공학과(공학박사)
- 2000년~2002년 : 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원
- 2002년~2005년 : 서경대학교 정보통신공학과 교수
- 2005년~현재 : 서울산업대학교 매체공학과 교수



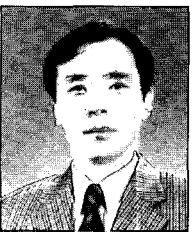
**이일규**

- 1992년 : 충남대학교 전자공학과(공학사)
- 1994년 : 충남대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 2003년 : 충남대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1994년~2004년 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 2004년~현재 : 공주대학교 정보통신공학부 조교수



**송홍종**

- 1992년 : 전남대학교 (공학사)
- 1994년 : 전남대학교 (공학석사)
- 1994년~1998년 : 현대전자 정보통신연구과
- 2000년~현재 : 연세대학교 정보통신전기전자과 (공학박사)



**박진교**

- 1984년~2004년 : 정보통신부 전파연구소
- 1997년~2001년 : 서울산업대학교
- 2004년~2005년 : 전파연구소 이천분소 기술과장
- 2005년~현재 : 전파연구소 전파자원연구과 연구3담당
- 2006년~현재 : 경희대 테크노경영대학원 전자정보통신학과 재학중



**박경섭**

- 1977년 : 인하대학교 전기공학(공학사)
- 1981년 : Univ. of Southern California (공학석사)
- 2000년~현재 : 인하대학교 정보통신대학원 교수
- 2003년~현재 : 인하대학교 UWB-ITRC 센터장
- 2005년~현재 : 한국 UWB 포럼 표준화팀 위원장
- 2006년~현재 : 한국통신학회 회장