

# CR

## 1. 개요

### 1.1. 추진경과 및 Ver. 2006 중점 추진방향

- Cognitive Radio 기술은 1999년도에 Joseph Mitola III에 의해 정의된 후 각 기관별로 요소 기술을 부분적으로 개발해오고 있음
- IEEE에서는 Cognitive Radio를 VHF/UHF TV 대역에 적용하기 위한 기술 표준을 정하고자 IEEE 802 그룹 내에 802.22 WG을 결성 2004년 11월 1차 회의를 가진 바 있음
- 국내에서는 2005년부터 본격적인 연구가 시작되었으며, TTA에서도 2005년도 신규 표준화 대상 기술로 Cognitive Radio 기술을 선정하고 표준화 과제로 추진 중
- Ver. 2006 중점 추진방향
- 국내적으로는 정립된 국내 Cognitive Radio 서비스 모델 구현을 위한 표준화 대상 기술 발굴 및 표준화 작업 진행
- 국제적으로는 IEEE 802.22를 중심으로 이루어지는 표준화 대상 기술에 대한 국내 기술의 국제 표준화 지원을 강화하고, WLAN, WPAN, Sensor Network, 이동통신에서의 Cognitive Radio 기술 이용 동향을 파악하여 표준화 기술 발굴 및 관련 대책 수립

### 1.2. 표준화의 목표, 필요성, Vision 및 기대효과

#### 1.2.1. 표준화의 목표

스펙트럼의 개방형 이용 추세에 대처하고 스펙트럼 이용 효율을 제고하기 위한 기반 기술로 Cognitive Radio 관련 핵심 기술을 연구 개발, 보급을 촉진, 새로운 2차 무선 서비스 시장의 출현을 가능케 하고, 기존 1차 서비스의 스펙트럼 이용 효율 및 서비스 품질을 제고하기 위한 관련 기술, 이용 기준을 표준화함

#### 1.2.2. 표준화의 필요성

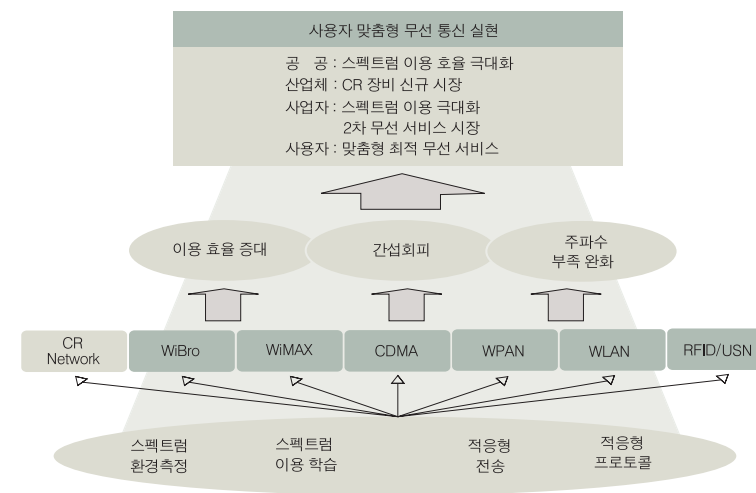
- 세계적으로 UWB와 함께 Cognitive Radio 기술을 스펙트럼 공유를 위한 핵심 기술로 인식
- 미국, 캐나다, 영국을 중심으로 Cognitive Radio 기술을 이용하여 스펙트럼의 이용 효율을 높이고, 새로운 무선 통신 서비스를 창출하려 하고 있음

## Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- 스펙트럼의 이용은 국제적인 coordination을 통하여 이루어지므로, Cognitive Radio 기술 보유 선진국을 중심으로 개방적 스펙트럼의 국제적 이용을 요구 해올 것으로 예상됨
- 이러한 국제적 스펙트럼 이용 방향에 부합하고, 국내 개발 기술의 국제 표준화를 능동적으로 실시할 필요가 있음
- 스펙트럼의 공유는 기존 서비스에 간섭을 주지 않는 조건하에서만 가능하므로 기존 서비스에 간섭을 주지 않는 표준화된 통신 방법 및 기술 기준이 필수적임
- 표준화된 스펙트럼 공유 방법을 사용하여 비면허 대역이용 다변화, 1차 서비스와의 스펙트럼 공유를 통한 새로운 무선 통신 서비스 구현으로 2차 무선 서비스 시장 창출

#### 1.2.3. 표준화의 Vision 및 기대효과

- Cognitive Radio 기술이 개발, 적용됨에 따라 지능적으로 간섭을 회피하면서 기존 서비스와 스펙트럼을 공유하는 것이 가능해질 것임
- 서비스 측면에서는, Cognitive Radio 기술을 적용한 허가 대역의 2차 무선 서비스가 가능해질 것이며, 비허가 대역에서도 Cognitive Radio 기술의 적용이 확대될 것으로 예상함
- 스펙트럼 이용을 측면에서는, 스펙트럼을 기존 서비스와 주파수대를 공유하므로 공유 스펙트럼의 사용 효율이 제고될 것이며, 기존 무선 서비스 대역의 독자적인 이용 효율 향상이 예상됨
- 스펙트럼 공유가 가능해짐에 따라 전파 특성이 우수한 주파수 대역의 이용 기회가 늘어나 경제적인 다양한 무선서비스 도입이 가능해지므로 국민 편익이 증대될 것으로 예상함
- 유비쿼터스 시대의 도래와 함께 전파 이용 환경이 복잡해짐에 따라 Cognitive Radio와 같은 간섭 회피 기술의 활용이 증대될 것임
- 이용자 측면에서는, 이용자의 요구에 맞는 네트워크, 주파수대, 대역폭, 출력 등 통신 파라미터가 자동으로 선택되어 QoS를 유지하면서 통신이 이루어지는 이용자 맞춤형 무선 통신 기기로 진화할 것으로 예상됨



(그림 1) CR 기술발전의 비전

2. 시장, 기술, 표준화 현황분석

2.1. 기술개요

2.1.1. 기술의 정의

Cognitive Radio란 스펙트럼 환경을 인지하여 통신 가능한 주파수를 지능적으로 찾아내어 학습 하고, 이를 이용하여 기존 서비스에 간섭을 주지 않고 통신하는 지능형 무선 통신 기술임

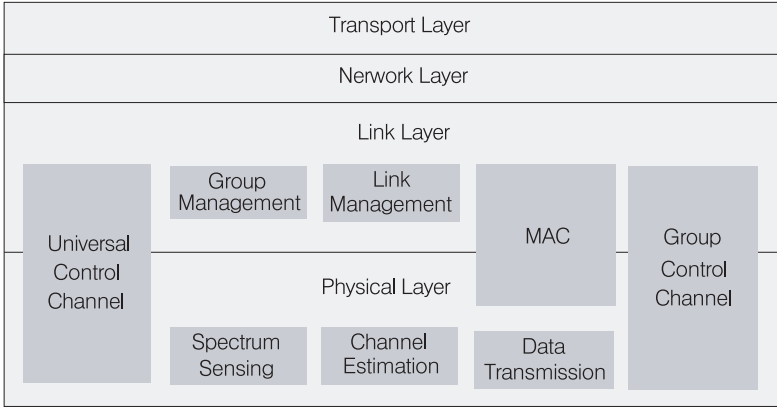
- Cognitive Radio의 Cognitive function을 구현하기 위해서는 스펙트럼 센싱, decision 알고리즘, 학습 알고리즘이 필요하며, 간섭 회피, 전송 품질 최적화 등 Action 기능을 위해서는 적응형 변복조 및 코딩 기술, 자동 전력 제어, 동적 주파수 선택 기능이 필요하다.

2.1.2. 요소기술 분석

요소기술	세부 요소기술	내 용
간섭 분석 기술	Interference Temperature 설정 기술	사용 가능 주파수 영역을 판정 위한 threshold 설정 기술
	서비스 신호간 양립성 분석 기술	간섭 없이 스펙트럼을 공유하기 위하여 서비스간 양립성을 분석하는 기술
PHY 기술	스펙트럼 센싱 기술	이용 가능 주파수 대역의 이용 상황을 실시간으로 센싱하는 기술
	채널 추정 및 보상 기술	채널에서 발생할 수 있는 감쇠, 주파수 편이, 잡음 등을 추정하여 복조 시 이를 보상해주거나 적응형 변조에 활용하는 기술
	환경 적응형 변복조 기술	변하는 주파수 이용 상황 및 무선 채널 환경에 따라 파라미터가 최적화되는 변복조 기술
	전력제어 기술	간섭 저감, throughput 최대화 등을 위해 채널 상황 및 패킷 트래픽에 따라 송신 출력을 가변하는 기술
	환경 적응형 채널 코딩 기술	채널 전송 품질 적응 코딩 기술
	적응형 RF/IF 기술	고속의 주파수 채널 변환, 채널 대역폭 가변, 다중 채널 결합 기술
	안테나 기술	광대역 안테나, 빔 제어 기술
MAC 기술	랑데뷰 알고리즘	가용 채널 뱅크내의 여러 채널 중에서 기지국과 가입자국 또는 가입자 간에 송수신 채널을 맞추는 기술
	Cognitive 알고리즘	과거의 채널 이용 상황을 학습하고, 채널 이용 상황 데이터를 이용하여 최적 통신 파라미터를 추출해내는 기술
	채널 관리 기술	사용 가능한 채널, 사용 중인 채널, 사용 불가능한 채널 등 채널을 분류 관리하고, 최적 통신 가능 채널을 선택하는 기술
	PHY 제어 기술	PHY 계층에서 이루어지는 스펙트럼 이용 상황 측정 결과와 채널 품질 데이터를 바탕으로 해당 채널에 최적인 PHY 계층 관련 파라미터를 결정하고 제어하는 기술

요소기술	세부 요소기술	내 용
망 기술	통신 프로토콜	상위 계층과의 통신 및 1차 서비스 신호 출현 시 회피하는 방법 및 절차에 대한 기술
	플랫폼 기술	실시간 스펙트럼 환경 측정 데이터, 주파수 사용 현황 데이터 등을 관리하고, cognitive algorithm이 원활히 실행될 수 있는 플랫폼 설계 및 운용기술
	기지국 연동 기술	중앙 집중형 CR망에서 CR 기지국간 사용자 정보 교환, 핸드오프와 관련된 연동 기술
	Ad Hoc 망 운용 기술	분산형 CR Ad Hoc 망에서 노드를 연결하여 망을 형성하고 효과적으로 트래픽 분산 처리하고 라우팅하는 기술
	외부망 연동 기술	CR망과 타망과의 프로토콜 변환 및 서비스 확장 기술
	보안 및 인증 기술	CR 가입자의 인증 및 유무선 구간상의 암호화 기술

- 고정 통신망 관련한 CR 기술 표준화는 IEEE 802.22 워킹 그룹을 중심으로 관련 연구 그룹(IEEE 802.18, 11, 16, 19)과 협력하여 진행되고 있다.
- CR 기술을 개념적으로 분류해 보면, (그림 2)와 같이 PHY 기술, MAC 기술, 망 기술로 분류할 수 있으며, cognitive radio 기술을 적용하기 위한 사전 제도 마련을 위한 서비스간 간섭 분석, 그리고 cognitive radio 이용 가능 스펙트럼을 찾기 위한 threshold 설정을 위한 interference temperature 설정을 내용으로 하는 간섭 분석 기술로 나누어 볼 수 있다.



(그림 2) CR 기술 분류

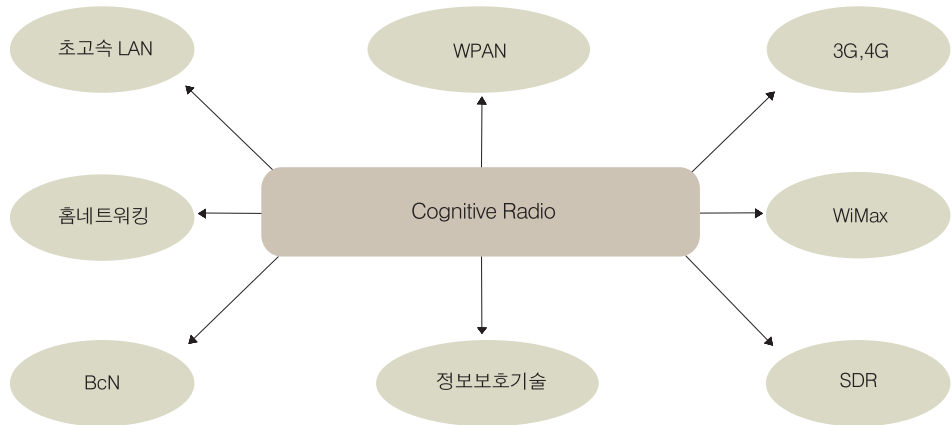
- PHY 기술은 스펙트럼 센싱 기술, 적응형 전송 기술과 RF/IF 기술로 나누어 볼 수 있으며, 스펙트럼 센싱 기술은 스펙트럼 공유를 위한 가장 중요한 기술이며, 적응형 전송 기술로는 채널 환경을 예측하고 보상하는 채널 추정 및 보상 기술과, 채널 환경에 따라 대역폭, 변조 레벨, 부호화 방법을 달리하는 환경 적응형 변복조 기술, 간섭 저감, 전송 품질 최적화를 위한 송신 전력 제어 기술이 있다. RF/IF 기술은 1차 서비스 신호를 피해가면서 통신을 해야 하므로 재구성 가능한 H/W 기술과 광대역 특성이 필요하다.
- MAC 기술에는 cognitive 기능을 구현하는 학습 알고리즘, 최적 대안을 실시간으로 결정하는 결정 알고리즘, 자원 관리 기술을 포함한다. PHY 계층에서 이루어지는 스펙트럼 이용 상황 측정 결과와 채널 품질 데이터를

바탕으로 그 환경에 최적인 PHY 계층 관련 파라미터를 결정, 제어하는 기술과, 상대 MAC 계층과의 통신을 위한 프로토콜 기술이 있다. 또한 위와 같은 알고리즘이나 프로토콜들이 최소의 H/W 및 최소의 전력으로 효과적으로 실행될 수 있도록 해주는 플랫폼 기술도 이에 해당한다.

- 망 기술에는 WRAN, WLAN과 같은 중앙집중형 망에서 각 가입자들과 기지국을 연결하여 하나의 망으로 동작하도록 하는 망구성 기술, 분산형 Ad Hoc 망에서 각 노드들을 연결하여 망을 구성하고 효과적으로 라우팅하는 기술을 주요 내용으로 하는 Ad Hoc망 운용 기술, 각 CR망에 서비스 제공 및 망운용에 필요한 정보를 송수신할 수 있도록 하기 위한 외부망 연동기술이 있다.

2.1.3. 연관기술 분석

2.1.3.1. 연관기술 관계도



(그림 3) CR 연관기술 관계도

2.1.3.2. 연관기술 분석표

연관기술	내 용	표준화기구/단체		표준화수준		기술개발수준	
		국내	국외	국내	국외	국내	국외
초고속 WLAN	스펙트럼 센싱을 통하여 자원 관리, 간섭 회피 기능을 수행하는 방안에 대한 표준화 (802.11h, k)	TTA	IEEE HyperLAN	표준화 완료(11h) 표준화 진행중(11k)	표준화 완료(11h) 표준화 진행중(11k)	기술 개발중	기술 개발중
WPAN	CR 기술을 사용하여 가용 주파수 인지, 전송속도 최적화가 가능하여 시스템의 효율을 높일 수 있음	TTA	IEEE HyperPAN	표준화 진행중	표준화 진행중	기술 개발중	기술 개발중
3G,4G 이동셀룰러 시스템	CR기술을 사용하여 자원 관리의 최적화, 전송 효율의 최적화가 가능하며, 이종 시스템간의 연동을 가능하게 함	TTA	IEEE 3GPP	표준화 진행중	표준화 진행중	일부 상품화	일부 상품화
WiMAX (WiBro 포함)	사용 가능 대역의 확장을 위해 CR 기술 사용이 가능하며, 전송 효율의 최적화 가능	TTA	IEEE	표준화 진행중	표준화 진행중	일부 상품화	일부 상품화

연관기술	내 용	표준화기구/단체		표준화수준		기술개발수준	
		국내	국외	국내	국외	국내	국외
SDR	재구성 송수신기 기술을 CR의 플랫폼 구현에 활용 가능 CR기술과 융합하여 동종 또는 이종 시스템간 원활한 로밍 제공	TTA	SDR Forum ITU-R WAP	표준화 진행중	표준화 진행중	기술 개발중	일부 상품화
BcN	유무선 통합망의 효율적 관리를 위해서는 상대적으로 자원할당이 열악한 무선 구간에서의 자원관리가 필수적이므로 효율적인 자원 확보를 위해 CR기술 활용	TTA, BcN포럼	ITU-T IETF IPv6포럼 IEEE 3GPP	표준화 진행중	표준화 진행중	기술 개발중	기술 개발중
정보보호기술	사용자 인증, 정보보호 기술은 모든 네트워크에 공통적으로 필요한 기술이며, 주파수를 공유하는 CR 망의 경우 더욱 중요함	TTA, ECIF, ISTF	W3C OASIS IETF OMA	표준화 진행중	표준화 진행중	기술 개발중	기술 개발중
무선 홈 네트워킹기술	좁은 영역에서 다양한 무선시스템이 공존하게 될 것이므로 CR의 간섭 회피, 적응형 자원할당 기술이 활용될 수 있음	TTA, 홈네트워크포럼, 홈네트워크 보안 포럼	UPnP, OSGi, DHWG, HAVi등	표준화 진행중	표준화 진행중	기술 개발중	기술 개발중

2.2. 시장현황 및 전망

- 최근 무선 통신 시장이 급격히 커지면서 주파수 부족 현상이 심화되고 이를 극복하기 위해서 UWB나 Cognitive Radio와 같은 주파수 공유 기술이 필요하게 되었다. Cognitive Radio 기술을 적용한 시스템은 현재 국내외적으로 아직 개발 단계로 전문적인 시장 조사나 통계 자료를 찾기가 힘들다. 하지만 Cognitive Radio 기술을 적용한 SDR 이나 IEEE 802.22 WRAN에서와 같은 비면허 주파수대역을 사용하는 서비스 시장에 대한 자료에서 시장성을 찾을 수 있으며, Cognitive Radio 기술을 활용할 수 있는 WLAN, WPAN, USN 시장에서도 일정 부분을 차지할 것으로 예상된다.

2.2.1. 국내 시장현황 및 전망

- 현재 Cognitive Radio 기술을 적용한 시스템은 전무한 상태이나 WLAN등 비면허대역 서비스 시장이 증가하고 있는데 Cognitive Radio 기술을 적용할 경우 새로운 비면허 대역의 생성으로 새로운 시장 창출이 기대되고, 이동 통신 시장이 잘 발달되어 있어 향후 Cognitive Radio를 이용하여 여러 통신 방식을 수용할 수 있는 통합 기기 시장도 발전 할 것으로 예상된다.

2.2.2. 국외 시장현황 및 전망

- VDC에서 2004년도에 발표한 북미와 유럽의 SDR 시장 보고 자료에서 Cognitive Radio기술을 SDR의 진보된



사용 기술로 정의하고 다음 10년 안에 무선시장에서 중요한 기술이 될 것으로 예측 하였다. (그림 4)는 Cognitive Radio기술을 포함한 SDR의 향후 분야별 시장 예측 규모를 나타내고 있는 데, 분야별로 볼 때 군용 시장이 가장 큰 시장이나 2006년부터 상용 무선 시장의 급격한 성장을 예측하고 있다.

Exhibit V-1 Primary SDR Application Segment Market Forecast (Millions of Dollars)						
	Base Year	Forecast				
	2003	2004	2005	2006	2007	CAGR 2003-2008
Military	1,125.7	1,594.0	1,723.1	2,172.5	2,802.3	25.6%
Commercial Wireless Infrastructure	13.8	13.9	22.1	80.3	239.8	104.1%
Public Safety	1.1	4.8	8.6	21.7	84.1	194.0%
Handsets	0.0	0.0	8.4	743.3	2,270.9	

[출처] SDR, North American and European Market Demand Analysis, VDC, 2004.08

(그림 4) SDR 분야별 시장 분석

- 최근 WTRS(West Technology Research Solutions)에서는 WiMAX 시장 자료에서 고정통신망 부분의 시장을 2007년 이후부터 연평균 성장률 96.1%로 성장할 것으로 예상하고, 이러한 기술의 경쟁상대 시스템으로 Cognitive Radio기술이 직접적으로 적용된 IEEE 802.22 WRAN 시스템이 될 것으로 전망하고 있다. 고정통신망 시장을 나라별로 보면 아프리카, 남미, 동유럽 등 경제적 잠재력이 있는 일부 개발도상국에서 WiMAX가 강점이 있고, 미국 시장에서는 경쟁 시스템인 WRAN 시스템 보다 불리할 것으로 예상하고 있어 WiMAX 시장의 상당 부분을 WRAN 시스템이 잠식할 수 있을 것으로 예상된다.
- 아래 표에 Cognitive Radio 기술이 적용된 WRAN이 경쟁할 WiMAX 시스템 설치대수에 대한 예상 규모를 나타내었다.

(단위:억 달러)

Shipments(Millions)	2005	2006	2007	2008	2009	2016	CAGR[%]
WiMAX(fixed)	-	-	0.12	4.01	9.20	51.4	96.1

[출처] WIMAX MARKET TRENDS & TECHNOLOGY FUTURES ,WTRS, 2005.03

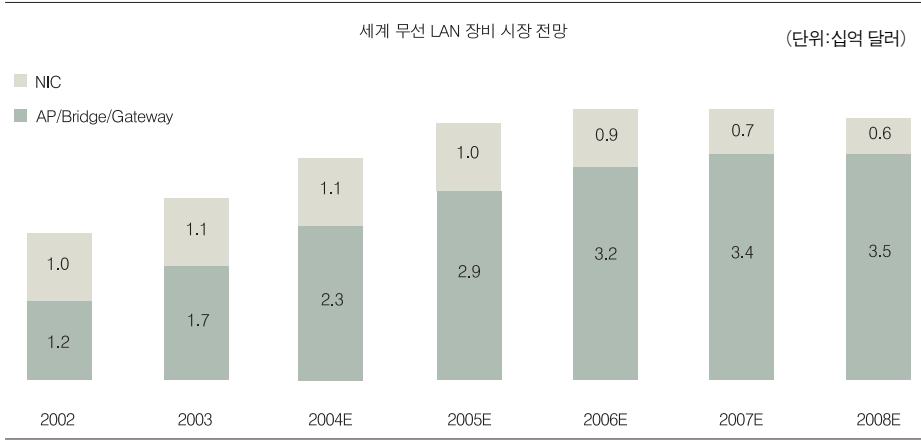
- 최근 USN(Ubiquitous Sensor Network) 시장동향에 따르면 USN의 세계 시장은 2003년 16.1억 달러 규모에서 RFID(Radio Frequency IDentification; 전파식별) 부문에 연평균 30.8%, 센싱 부문에 있어서 81.3% 등의 성장을 통해 2010년에 총 768.1억 달러에 이를 것을 전망하고 있다. 각 부문별 시장 규모를 살펴보면 환경정보 센싱과 Ad - hoc 통신 부분이 전체의 53~77%를 차지 하고 있음을 알 수 있다. 이러한 기술에 Cognitive Radio 기술이 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

(단위:억 달러)

단계	내용	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1,2	ID인식, 이력관리	11.0	20.0	30.0	41.0	53.0	67.0	83.0	100.0
3	환경정보센싱	4.8	13.0	23.0	37.0	76.8	136.32	165.1	460.8
4	Ad-hoc 태그통신	0.3	3.5	15.7	33.0	46.6	65.7	92.6	130.6
5	RFID제어	-	-	3.3	6.6	15.1	25.8	49.1	76.7
계		16.1	36.5	72.0	117.6	191.5	294.0	389.8	768.1

[출처] ETRI, IDTechEx, 2004.1

- Cognitive Radio 기술이 활용될 수 있는 무선 LAN시장의 경우, 무선 LAN 대중화로 인한 시장 수요 증가로 2003년 약 28억 달러로 추산되는 무선 LAN 장비 시장 규모는 연평균 7.6% 성장하여 2008년에는 40억 달러 까지 성장할 것으로 전망됨. 그러나 기술의 표준화, 업체들간의 경쟁 심화, 규모의 경제 효과로 인해 무선 LAN 장비 평균 판매 가격은 AP(Access Point)의 경우 13.5%, NIC (Network Interface Card)의 경우 11.5%씩 매년 감소할 것으로 예상되고 있어, 지속적인 출하대수의 증가에도 불구하고 시장은 2006년을 정점으로 성장세가 한 풀 꺾일 것으로 예상됨.



자료 : IDC,2004.6.

- Cognitive Radio 기술이 활용될 수 있는 UWB 시장의 경우, 시장조사 기관인 ABI(Allied Business Intelligence)의 예측 결과에 따르면 UWB기술 표준안의 시장규모는 2007년까지 13억 9천만 달러에 달할 것으로 추정. UWB 응용시장이 2005년을 기점으로 상용화가 본격화되고 2005년 2분기부터 UWB기술을 채택한 디지털 가전 제품들이 본격적으로 등장하여, 2010년 40억 달러(약 5조원) 규모로 매년 40% 이상 고성장, 시장 규모도 2010년에는 60억 달러 이상을 형성할 것으로 전망

## 2.3. 기술개발 현황 및 전망

### 2.3.1. 국내 기술개발 현황 및 전망

- 기술개발 정부정책 및 기본계획
  - 정보통신부는 IT839 전략 및 향후 10년 미래국가경제를 주도할 핵심 산업으로 발전시키고 전파이용 기술과 응용서비스 개발을 촉진하기위해 새로운 '전파이용 정책(안)'을 2005년 상반기에 마련했으며, 이의 일환으로 주파수 이용효율 향상을 위한 기술로 Cognitive Radio 기술 을 설정하였다.
- 연구소
  - ETRI는 '스펙트럼 사용 효율 개선을 위한 Cognitive Radio 기술개발' 과제를 2005~2009년까지 수행하고 있으며, 이를 통해 cognitive function 구현을 위한 핵심 알고리즘, 적응형 전송기술 및 관련 하드웨어 개발을 하고 있다.
- 국내 산업계
  - 삼성에서는 2004년도부터 IEEE 802.22에서 표준화 활동에 참여하고 있으며, IEEE 802.22 Working Group에서 구현하고자 하는 WRAN 관련 핵심 기술도 병행하여 개발하고 있다.
- 국내 학계
  - 국내 대학에서도 2005년도부터 cognitive radio와 관련한 적응형 전송 기술, 채널코딩 방식 연구, MAC 계층 연구, 스펙트럼 센싱 기술 개발을 진행하고 있다.
- 전반적으로 Cognitive Radio의 활용 가능성 및 산업적 가치에 대하여 검토하고 있는 단계이며, 2005년도부터 시작된 관련 기술 개발 결과가 가시화 되는 2006년부터는 이에 대한 본격적인 논의가 이루어질 것으로 예상된다.

### 2.3.2. 국외 기술개발 현황 및 전망

- 국외 정부 및 표준화 단체 관련 현황
  - 미국 정부는 자국내 무선대역의 효율적 활용을 위해 CR 기술을 적극적으로 채택하려는 하고 있으며 이를 위해 규정 정비를 아래와 같이 추진하였다.
    - 2002년 12월에 CR기술과 관련하여 900MHz이하의 비허가 대역과 3GHz 대역에서의 추가적인 사용방안에 대해 FCC에서 NOI(Notice of Inquiry) 발표(FCC - 02 - 328).
    - 2003년 11월에는 공존하는 시스템간의 잡음의 영향을 제거하고 허가된 주 무선기기의 이용을 보장하기 위해 중요 고려 변수인 Interference Temperature에 대한 NOI 및 NPRM을 발표(FCC - 03 - 289)
    - 2003년 12월에는 CR기술을 응용한 대역폭의 효율적이고 융통있는 사용의 촉진에 대한NPRM 및 order를 발표(FCC - 03 - 322)
    - 2005년 3월 SDR 및 CR의 사용을 가능하게 하는 법규 개정안에 대한 Report and Order를 발표(FCC 05 - 57)
- 기관별 기술개발 현황

## Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- 현재 CR기술과 관련하여 학계, 기업체의 개발현황은 아래와 같다.
  - 적응형 전송기술 분야 : UC Berkeley, Runcom, France Telecom
  - CR 플랫폼 개발 : WINLAB, Intel, Philips
  - 실시간 스펙트럼 측정기술 : DARPA, Philips, UC Berkeley, Georgia Tech.
  - 동적 스펙트럼 접속기술 : Raytheon, UC Berkeley, Microsoft
  - 학습 알고리즘 및 Cognitive Engine 기술 : Harris, Virginia Tech.
  - CR용 MAC기술 : UC Berkeley, IWT, Philips, STMicroelectronics
  - 적응형 Waveform기술 : Vanu
- 유럽과 일본은 CR기술을 SDR기술의 진보된 형태로 인식하여 SDR 연구의 연장선에서 기술 개발을 추진하고 있으며 이와 관련된 기술 개발 현황은 아래와 같다.
  - Cognitive Radio 기술과 유사한 DSA(Dynamic Spectrum Allocation) 기술이 적용된 통신 방송 융합 프로젝트(DriVE, Over - DriVE) 를 수행 중임
  - E2R 프로젝트를 통해서 재구성 가능한 송수신기 개발과 함께 Cognitive Radio 의 활용 가능성에 대해 연구하고 있음
  - 일본에서는 ARIB(Association of Radio Industries & Businesses)산하에 소프트웨어 수신기 개발을 위한 연구 그룹이 발족 되어 활동 중임

## 2.4. 표준화 현황 및 전망

### 2.4.1. 국내 표준화 현황 및 전망

- 정부의 표준화 정책
  - 정보통신부는 주파수 이용 효율을 높이고 새로운 무선 통신 서비스 도입을 가능하게 하기 위하여, Cognitive Radio 기술 개발을 2005년부터 시작하였으며, 정부 차원의 표준화는 아직 진행되지 않고 있으며, 국내 기술 개발 기관 및 산업체가 IEEE 표준화 활동에 참여하고 있다.
- 국내 관련 기관의 표준화 활동 현황
  - TTA에서는 CR 표준화 연구 과제를 발굴하여 표준화 연구 수행기관으로 ETRI를 선정하고 표준화 연구를 수행하도록 하고 있다
  - ETRI를 중심으로 2005년부터 본격적으로 CR 요소기술을 연구하고, IEEE 802.22 표준화 활동 참여를 통하여 해당 기술의 국제 표준화를 추진하고 있다.
  - 2005년 창립된 스펙트럼 공학 포럼에서도 CR기술이 소개되어 관계자들의 관심을 불러 일으켰다.
  - 삼성에서도 IEEE 802.22 표준화 활동에 적극적으로 참여하고 있다.
  - IEEE 802.22에서 표준화 하고 있는 서비스 모델이 국내 환경에서는 부적합 할 수도 있으므로 국내 서비스 모델의 개발이 병행되어야 표준화 활동도 더욱 활발해질 것으로 예상된다.

- IEEE 802.22 WRAN 외에도 이동통신, WLAN 분야에서도 CR 기술의 활용 가능성에 대한 연구 및 표준화 논의가 시작될 것으로 예상된다.

2.4.2. 국외 표준화 현황 및 전망

- 국외 정부의 표준화 정책
  - 미국 FCC에서는 IEEE 802.18을 통하여 CR 기술 이용에 대한 이용 기준 연구를 수행하고, 이를 바탕으로 TV대역에서 CR 기술을 이용한 WRAN 기술 표준화를 위해 IEEE 802.22 Working Group을 결성하는 등 표준화에 적극적으로 개입하고 있음
  - 미국 FCC에서는 CR 기술을 적용한 유연하고 효율적이며 신뢰할 수 있는 스펙트럼 사용의 활성화를 위한 NPRM(Notice of Proposed Rule Making)을 2003년 공고하였다. 주요 내용은 TV 방송 대역인 900 MHz 이하 또는 고정위성서비스 대역인 3000 MHz 대역(3650 ~ 3700 MHz)에서 비허가 무선 송수신기에 주파수 할당에 관한 내용이다.
  - 영국 OFCOM에서는 기존 규제 대역에서 면허권자가 사용하고 있지 않는 스펙트럼에 대하여 CR 기술을 이용해서 재사용하도록 하는 개방형 스펙트럼 이용 정책을 추진하고 있다.
- 주요 표준화 기구별 요소기술 표준개발 현황 및 전망
  - ITU - R Working Parties 8F에서 3G 이후 시스템을 위한 스펙트럼 관련 제안 기술에 CR을 포함하여 검토하고 있다.
  - IEEE 802.22에서는 Cognitive Radio를 이용하여 TV 대역에서 무선 데이터 서비스를 할 수 있는 Wireless Regional Area Network 기술에 대한 표준화를 세계 최초로 추진하고 있다.
  - 2004년 11월 1차 회의를 하였으며, WRAN의 Functional Requirements를 2005년 9월 작성 완료하고, 이에 따라 관련 기술이 제안하고 표준화가 진행되고 있다.
  - IEEE 802.11h에서는 기존 WLAN 규격에 cognitive function의 하나인 TPC(Transmit Power Control)와 DFS(Dynamic Frequency Selection) 기술을 적용하는 것을 내용으로 하는 국제표준을 2003년 발표하였다.
  - IEEE 802.11k에서는 2004년 부터는 CR의 스펙트럼 센싱 기능에 해당하는 Radio Resource Measurement 관련 표준을 진행하고 있다.
  - SDR Forum에서도 CR 분과를 신설하고 관련 기술에 논의를 시작하였다.

3. 중장기 표준화로드맵 및 추진전략(안)

3.1. 표준화 SWOT 분석

3.1.1. 표준화 추진상의 문제점 및 현안사항

- 표준화 추진을 위해서는 표준으로 채택될 수 있는 CR 핵심기술의 확보가 선행되어야 한다.
- 미국, 캐나다, 영국 등에서는 수년 전부터 다양한 국가 프로젝트를 통해 CR 관련 기술 개발을 적극 수행해오고 있다.
- 그러나 국내에서는 정부출연 연구기관을 중심으로 2005년에 CR 핵심기술에 대한 연구를 시작하였기 때문에, 2004.11월 시작된 IEEE 802.22 표준화 과정에서 국내 기술의 국제 표준 제안에 어려움이 있다.
- 외국에서는 국가 프로젝트를 기반으로 관련 산학연 간에 CR 기술의 자국 및 국제 표준화에 대응하기 위한 기관 및 인적 네트워크가 구성되고 상호 협력하고 있을 것으로 판단된다. 이에 비하여 국내에서는 CR 기술 도입 초기 단계이므로 상호 협력을 위한 기관 및 인적 협력 네트워크가 구성되어 있지 않아 효율적인 표준화 추진이 어려운 실정이다.

3.1.2. SWOT 분석 및 표준화 추진방향

국내 역량 요인			강점요인(S)		약점요인(W)	
			시장	- 국내 이동통신 시장의 활성화 및 해외 시장 진출 - Set-top Box, DTV, Tuner 시장 점유율 높음	시장	- 이동통신, ADSL 등 유무선 인프라 풍부 - CR 기술이 적용된 WRAN 시스템에 대한 국내 서비스 모델 미정립
			기술	- CDMA, WiBro 등을 개발한 경험으로 PHY, MAC, Network 기반 기술 보유	기술	- Cognitive Function 구현에 필요한 핵심 기술 부족 - 다수의 이동통신 관련 IPR을 보유하고 있으나 CR망에 적용하려는 노력 미흡
			표준	- TTA를 중심으로 이동통신 표준화 경험 풍부 - IEEE 802.16 표준화 경험 풍부	표준	- CR 기술 국내 표준화 논의 늦음 - 국제표준화 참여도 미흡
국외 환경 요인						
기회요인(O)	시장	- 미국, 캐나다를 중심으로 인구 저밀도 지역에 대한 신규 무선 인프라 시장 성장 예상 - 무선 통신 시스템에 CR 기술 적용 확대 예상	- CDMA, WiBro 등을 개발한 경험을 CR 기술에 활용하는 기술을 개발 국내 외 표준화에 대응 - IT839 전략 추진으로 CR 기술 활용 가능성이 있는 기술 개발을 활발히 추진하고 있으므로 CR 기술 활용을 위한 연계 체제 구성 - 신규 무선 서비스를 위한 CR 표준 기술 발굴		<div>SO WO ST WT</div> <div>전략</div> <div>- Cognitive Function 구현에 필요한 핵심 IPR을 단기간에 확보하기 어려우므로 핵심 기술을 가진 기관과의 협력을 통해 핵심 기술을 조기 확보하여 응용 기술 개발 국제 표준 반영</div>	
	기술	- CR 응용 기술 부족				
	표준	- IEEE를 중심으로 CR 기술 적용을 위한 Task Group 신설로 국내 전문가의 참여 기회 확대 - 표준화된 CR 기술 부족				
위협요인(T)	시장	- 해외 대기업 참여 활발	- TTA, RAPA, 스펙트럼 공학 포럼, 학계, 산업체, 연구소 등 CR 기술을 다룰 수 있는 기관간 협력 체제 강화를 통해 국제 표준화 공동 대응		- 국내외 서비스 모델 개발을 통해 표준화 국내 기관의 국제 표준화 참여 유도 - 국제 표준 기술에 적용 될 수 있는 특허 출원 확대 유도 - 국제 표준화 일정에 대한 속도 조절 - 관련 기술 개발 가속화	
	기술	- CR 기반 기술 보유 - 특허출원중인 기술 다수 존재 예상				
	표준	- 표준화 일정 촉박 (IEEE 802.22의 경우) - 미국 주도로 표준화 추진				



- 표준화 기본 추진방향
  - 진행 중인 국제 표준화 활동에(IEEE 802.22 WG 등) 적극적으로 참여하여, 국내 개발 기술이 CR 관련 표준화에 반영되도록 추진한다.
  - WLAN, 이동통신 등의 기술 개발 및 표준화 기관과의 연계 체제를 구축하고, 해당 분야에서 CR 관련 기술 적용 동향을 파악, 표준화 대상 기술을 발굴하여 국내 기술 개발에 반영하고 그 결과를 국제 표준에 반영한다.
  - TTA, 스펙트럼 공학 포럼, 스펙트럼 공학 ITRC, RAPA, 학계, 출연 연구기관, 산업체간에 협력 네트워크를 구성하고, 국내외 CR 관련 표준화 대응을 위한 기술 교류 정례화를 추진할 필요가 있다.
  - CRC, BWRC, WINLAB, MPRG, CWT 등 외국 CR 연구기관과 기술적, 인적 협력 네트워크를 구성하여, 국내 CR기술의 국제 표준화에 적극 활용할 필요가 있다.
  - 이미 진행되고 있는 국제 표준 작성 과정에서 도출되는 표준과 병행하여, 국내 개발 CR 핵심기술을 활용 국내 TTA 표준(안)을 작성한다.
  - 국내 개발 TTA 표준(안)을 국제 표준(안)에 반영되도록 추진한다.
  - 국내외 기술 개발 저변 확대를 위해 CR 관련 포럼, 학술발표, 국내외 회의에 적극 참여하고, 국내외 표준 전문가 활용, 표준화 세미나 개최, 표준화 협력팀 활동 등을 통하여 표준화를 위한 인적 네트워크 강화를 추진한다.

3.2. 중점 표준화항목

3.2.1. 중점 표준화항목 도출

- 최근, IEEE 802.22를 중심으로 진행되고 있는 WRAN 시스템 표준화 동향을 중심으로 표준화항목을 도출한다. 현재 WRAN에 사용될 수 있는 기술 중 전송 기술은 상당 부분 개발되어 있으므로, 기존 기술과 차별화된 기술의 개발과 이의 표준화가 필요하고, cognitive function 을 구현하기 위한 요소 기술들에 비중을 두어야 한다.
- 국제적으로 우리나라가 표준화를 주도하고 있거나, 주도할 잠재력을 가지고 있는 분야, 기술개발시 국내외적으로 시장경쟁력을 확보할 수 있는 분야를 중심으로 중점 표준화항목을 도출한다.
- 이와 같은 기준에 따라, PHY 기술, MAC 기술, 망기술을 중점 표준화항목으로 도출한다.
- 중점 표준화항목의 국내 기술경쟁력 현황

중점 표준화항목	국내 산업계 경쟁력
PHY 기 술	WiBro 기술을 이용한 변복조 기술, 채널 코딩 기술 등 확보
MAC 기술	WiBro 기술을 이용한 ranging, 채널 운용 기술 등 확보
망 기 술	CDMA, WCDMA 등 이동통신망 개발로 망운용 기술, Hand-off 기술 등 확보

Standardization Roadmap  
for IT839 Strategy

3.2.2. 중점 표준화항목 현황표

중점 표준화항목		PHY 기술	MAC 기술	망 기술
세 부 표준화항목		- 스펙트럼 센싱 기술 - 채널 추정 및 보상 기술 - 환경적응형 변복조 기술 - 전력제어 기술 - 환경적응형 채널 코딩 기술	- 란데뷰 알고리즘 - Cognitive 알고리즘 - 채널 관리 기술 - PHY 계층 제어 기술 - 통신 프로토콜 기술	- 기지국 연동 기술 - 외부망 연동 기술 - 보안 및 인증 기술
시장 현황 및 전망	국내	기술 개발 단계로서 시장이 형성되어 있지 않음. 향후 비허가 대역을 이용하는 통신 시스템이 주류를 이룰 것으로 전망됨		
	국외	- WRAN 서비스와 유사한 WiMAX 시장은 2007년 이후부터 연평균 96.1% 성장이 기대되며, 이의 경쟁 기술이 WRAN이 될 것으로 예상하고 있어 WiMAX 시장의 분점이 예상됨		
기술 개발 현황 및 전망	국내	- ETRI는 CR 관련 요소 기술을 2005년부터 개발 중임	- ETRI를 중심으로 각 대학과 연계하여 관련기술을 기획, 개발하고 있음 - 삼성에서도 관련기술을 기획하고 있음	- 삼성, LG에서 Wibro용 ACR등을 개발하였으나 이를 CR용으로 전환하기위해서 추가 개발이 필요함
	국외	- 미국 DARPA에서 스펙트럼 센싱 기술 개발중임 - 미국 Winlab에서는 프로그래머블 무선 플랫폼을 개발 중임 - 미국 BWRC에서는 스펙트럼 센싱 방법을 개발중임 - 필립스, Runcom에서는 환경 적응형 변복조 기술로서 OFDMA 기술을 개발중임	- 미국은 FCC요구사항을 기반으로 학계 기업계를 중심으로 개발중임 - STMicroelectronics사는 IEEE 802. 11n 시스템을 기반으로 하는 CR 시스템 MAC을 개발중임 - Harris사는 CR기술용 학습 알고리즘 개발중	- Siemens, Ericsson등을 중심으로 WiMAX용 네트워크 장비등을 개발하였으나 CR기술 탑재를 위해서 추가 개발 필요함.
기술 개발 수준	국내	기획단계	기획단계	기획단계
	국외	설계단계	설계단계	기획단계
	기술 격차	1년	1년	0년
	관련 제품	-	-	-
IPR 보유현황	국내	-	-	-
	국외	-	-	-
IPR확보 가능분야		스펙트럼 측정 기술, 변복조 기술, 전력제어 기술 분야	학습 알고리즘, 채널할당 알고리즘	ACR 연동기술, L3 핸드오프기술
표준화 기구/ 단 체	국내	TTA	TTA	TTA
	국외	IEEE	IEEE	IEEE
표준화 추진형태	국내참여 업체 및 기관 현황	ETRI, 삼성전기, 삼성종합기술원 등	ETRI, 삼성전기, 삼성종합기술원 등	ETRI, 삼성전기, 삼성종합기술원 등
		사실표준화(IEEE 표준)	사실표준화(IEEE 표준)	사실표준화(IEEE 표준)
표준화 수 준	국내	표준기획단계	표준기획단계	표준기획단계
	국외	초안개발단계	초안개발단계	초안개발단계
시급성(신속성)		1년	1년	0년

3.3. 중점 표준화항목별 세부추진전략(안)

3.3.1. 중기 표준화로드맵(2006~2008)

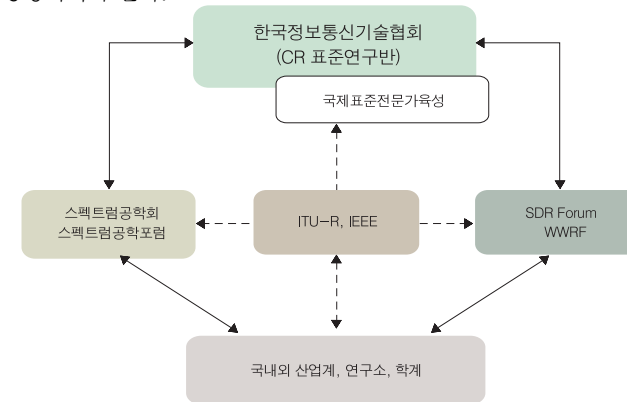
중점 표준화항목	세부 표준화항목	국내외 표준화/기술개발 완료시점					표준화중요도  고(★★★) 중(★★☆) 저(★☆☆)
		▶: 국내표준화 완료시점 ●: 국내 기술개발 완료시점		▷: 국제표준화 완료시점 ○: 국외 기술개발 완료시점			
		05 이전	06	07	08	09 이후	
PHY 기술	- 스펙트럼 센싱 기술	05 05 04			▶ ● ▷		★★★
	- 채널 추정 및 보상 기술	05 05 04			▶ ● ▷		★★☆
	- 환경 적응형 변복조 기술	05 05 04			▶ ● ▷		★★☆
	- 전력제어 기술	05 05 04			▶ ● ▷		★★☆
	- 환경 적응형 채널 코딩 기술	05 05 04			▶ ● ▷		★★☆
MAC 기술	- Cognitive 알고리즘	05 05 04			▶ ● ▷		★★★
	- 채널 관리 기술	05 05 04			▶ ● ▷		★★☆
	- PHY 계층 제어 기술	05 05 04			▶ ● ▷		★★☆
	- 란데뷰 알고리즘	05 05 04			▶ ● ▷		★★★
	- 통신 프로토콜 기술	05 05 04			▶ ● ▷		★★☆
망기술	- 기지국 연동 기술	05 05 04			▶ ● ▷		★☆☆
	- 외부망 연동 기술	05 05 04			▶ ● ▷		★☆☆
	- 보안 및 인증 기술	05 05 04			▶ ● ▷		★☆☆

3.3.2. 표준화 추진체계

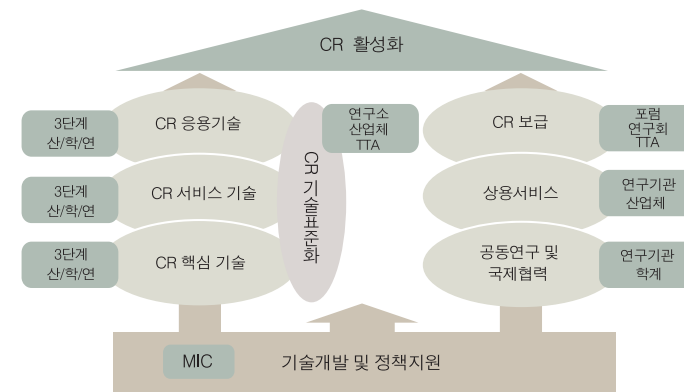
- CR 관련 국내 산·학·연을 중심으로 스펙트럼 공학 포럼을 통하여 국내 표준화 활동을 주도하고, CR관련 표준 전문가들로 하여금 국제 표준화 활동 및 국내 CR 기술 보급, 표준기술 공동 연구 등을 지원한다. 필요한 경우 외국 기업 및 연구기관과 전략적 제휴도 필요하다. 이러한 활동을 통하여 개발된 국내 표준(안)은 한국통신기술 협회에 상정하여 표준으로 제정될 수 있도록 하여야 할 것이다. 향후 한국통신기술협회 산하에 CR 표준화 전담 반을 조직할 필요가 있으며, 한국통신기술협회 주관 국제 표준전문가 육성 프로그램의 진행도 필요하다.

Standardization Roadmap  
for IT839 Strategy

- (그림 6)는 CR 관련 국내 산·학·연을 중심으로 단계적인 표준화 방안을 기술한다. CR 기술은 IEEE 802.22에서 2004.11월부터 이미 표준화가 진행되고 있으므로 1단계에서부터 기술 개발과 관련 기술에 대한 표준화를 동시에 추진해야 할 것이며, 조속한 기술 개발로 국내시장을 효과적으로 방어할 수 있어야 할 것이다. 2단계는 1단계를 통해 축적된 기술력을 바탕으로 시범 서비스 모델을 정립하고 관련 시범 시스템을 개발한다. 3단계는 1,2단계에서 제공되는 장비 및 핵심 기술을 이용한 응용서비스 개발을 의미하며, 상대적으로 표준화의 중요성이 떨어진다고 할 수 있겠다. 그렇지만, 시범서비스와 상용서비스와 연계하여, 시험 및 인증, 타망과의 연동 등에 관련 표준개발이 병행되어야 한다.



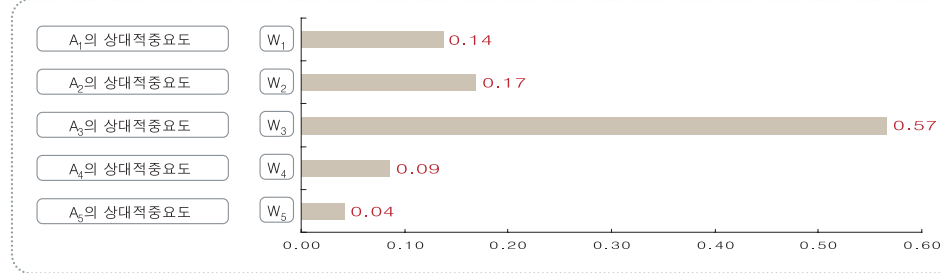
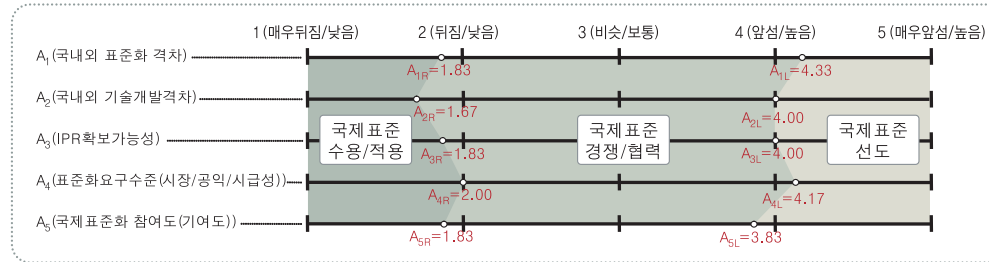
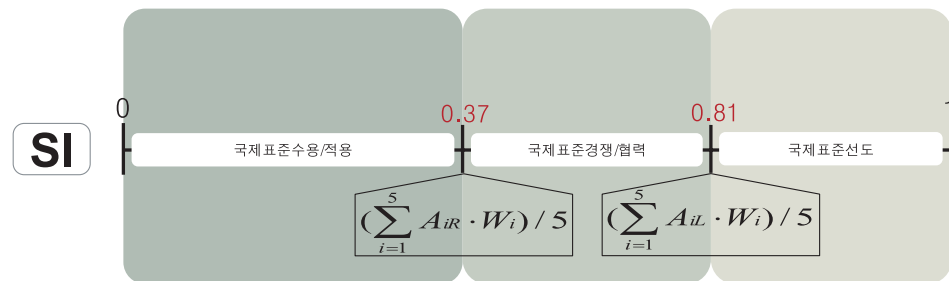
(그림 5) 국내 주요기관의 IPv6 표준화 추진체계



(그림 6) 단계별 CR 표준화 및 기술개발



## 3.3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)

CR분야의 전략목표 기준점 및 고려요소간 상대적 중요도  
(기술표준기획전담반 대상 설문조사 결과)CR분야 SI(전략지수) 기준점  
(기술표준기획전담반 대상 설문조사 결과)

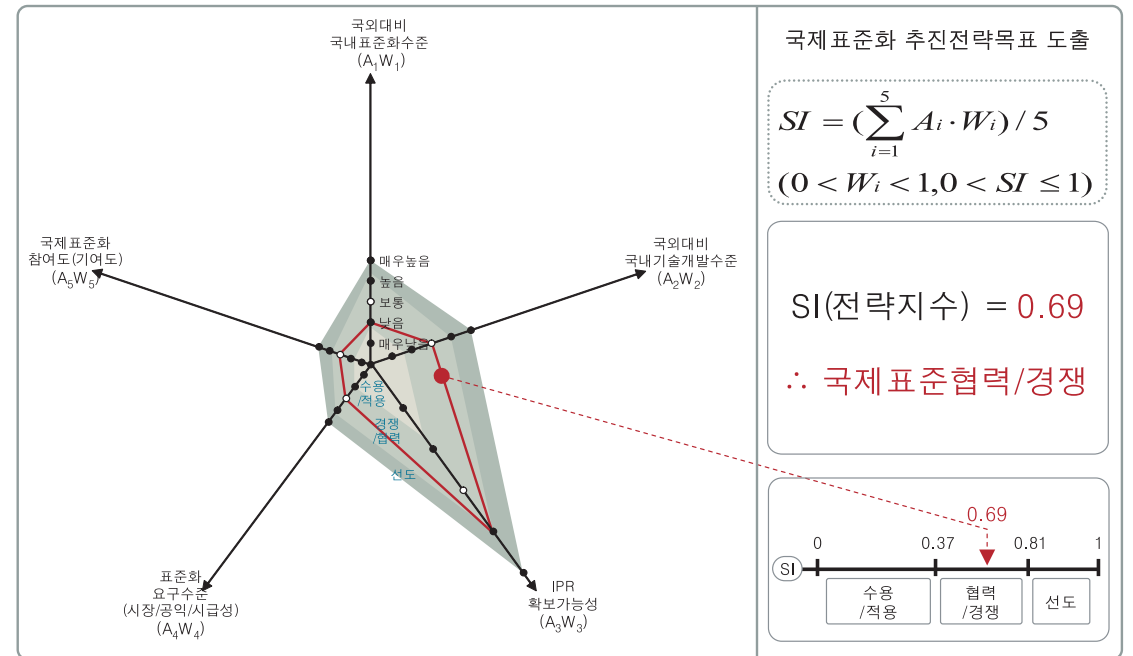
$$SI = \left( \sum_{i=1}^5 A_i \cdot W_i \right) / 5$$

(0 < W<sub>i</sub> < 1, 0 < SI ≤ 1)

A<sub>iL</sub>: A<sub>i</sub>의 선도시준점  
A<sub>iR</sub>: A<sub>i</sub>의 수용기준점

Standardization Roadmap  
for IT839 Strategy

## • PHY 기술



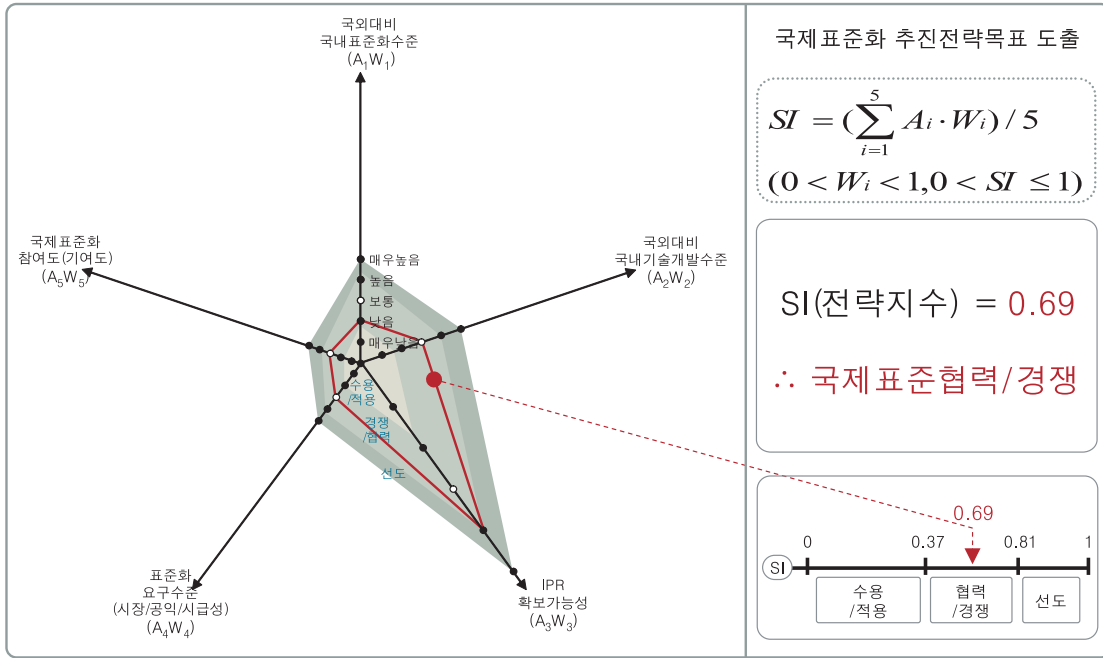
## - 세부 전략(안)

- IEEE 802.22 WRAN 시스템의 경우 대상 서비스가 WiMAX, WiBro와 유사하며, 변복조 기술도 OFDM 기반이 될 가능성이 높으므로 WiBro 관련 기술을 최대한 활용한다.
- 변복조 기술의 경우, CR 특성상 가변 대역폭이 채택될 가능성이 높으므로 OFDM 기반 가변 대역폭을 수용할 수 있는 기술을 집중 개발 표준화를 선도한다.
- 스펙트럼 센싱 기술의 경우, CR 관련 기술 중 핵심적인 기술이며, 외국과 비교해 볼 때 가장 뒤진 기술이므로 센싱 기술 분야를 집중 개발하여 IPR 확보와 표준화 격차를 줄인다.
- IPR 확보 가능성이 높은 분야를 연구하고 있는 국내외 연구 기관, 학계의 전문가 인력을 최대한 활용하여 국제 표준화에 공동 대처한다.
- IEEE 802.22의 표준화가 국내 기술 개발 완료 전에 추진되고 있으므로, 시뮬레이션 결과를 최대한 활용하여 국제 표준화를 추진한다.

## - IPR 확보방안

- IEEE 802.22에 적용될 수 있는 스펙트럼 센싱 기술, OFDM 관련 기술에 대한 IPR을 표준화 완료 이전인 2006년 상반기까지 확보 한다.
- 이미 개발이 완료된 OFDM 관련 기술중 OFDMA 기술은 기존 기술에 대한 변형을 통해 IPR을 확보한다.
- 스펙트럼 센싱 기술은 산업체, 연구기관, 학계 공동으로 2005년 내 개념 특허를 확보한다.

• MAC 기술



- 세부 전략(안)

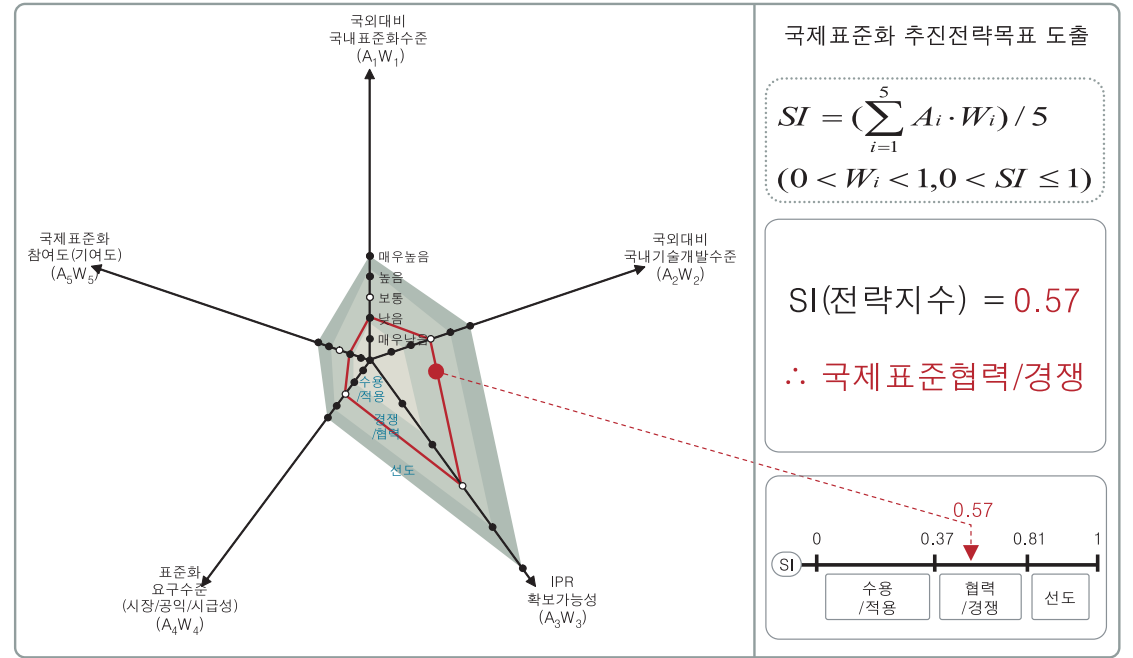
- IEEE 802.22 WRAN 시스템의 경우 대상 서비스가 WiMAX, WiBro와 유사한 WiBro 관련 MAC 기술을 최대한 활용한다.
- 학습 알고리즘은 스펙트럼 센싱 기술과 함께 cognitive function 구현을 위한 핵심적인 기술이다. 외국의 경우 일반적인 학습 알고리즘은 비교적 심층적으로 연구되어 있고 일반적인 무선통신에 적용하기 위한 연구를 상당히 진행시켰기 때문에, 국내에서는 국제 공동연구 등을통하여 기개발 기술을 조기 확보하고, 이를 WRAN과 같은 무선 통신시스템에 적용할 수 있는 응용 기술을 집중 개발하여 표준화 격차를 줄인다.
- 랭데뷰 기술은 사용 채널의 이동이 빈번한 Cognitive Radio의 특성상 핵심적인 기술로서 외국도 개발 초기 이므로 관련 프로토콜을 집중 개발하여 표준화를 선도한다.
- 자원 관리 기술, 통신 프로토콜 경우 기존 이동통신 기술을 보완 표준화에 대처한다.
- IEEE 802.22의 표준화가 국내 기술 개발 전에 추진되고 있으므로, 시뮬레이션 결과를 최대한 활용하여 국제 표준화를 추진한다.

- IPR 확보방안

- IEEE 802.22에 적용될 수 있는 학습 알고리즘, 랭데뷰 기술에 대한 IPR을 표준화 완료 이전인 2006년 상반기까지 확보 한다.
- 이동 통신 시스템 개발시 기반 기술이 확보된 자원 관리 기술, 통신 프로토콜 기술은 기존 기술에 대한 변형을 통해 IPR을 확보한다.

Standardization Roadmap  
for IT839 Strategy

• 망기술



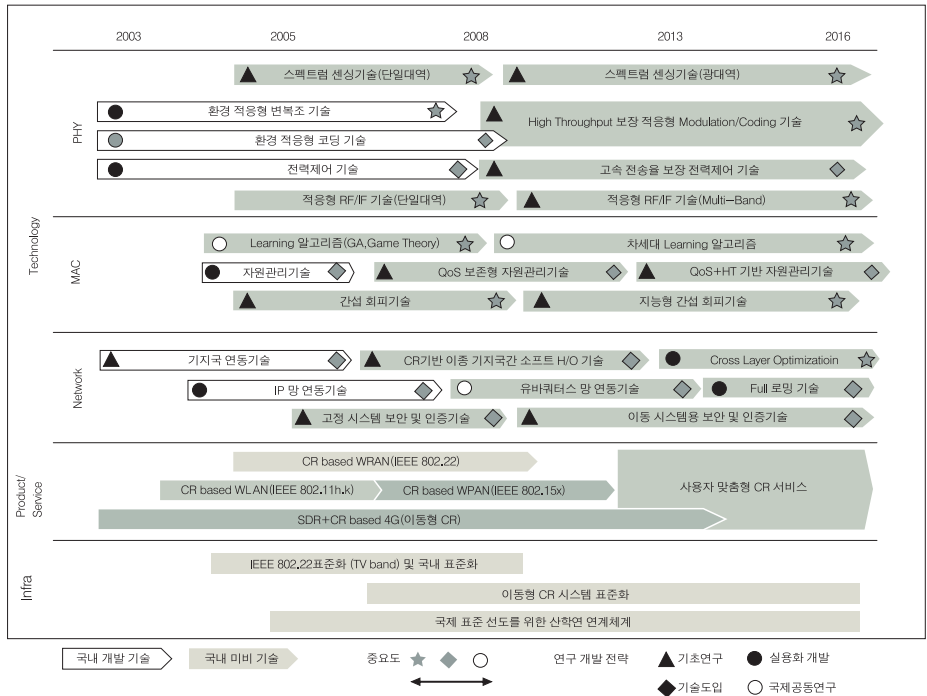
- 세부 전략(안)

- IEEE 802.22 WRAN 시스템의 경우 대상 서비스가 WiMAX, WiBro와 유사하 WiBro 관련 망기술을 최대한 활용한다.
- 기지국 연동 기술, 외부망 연동 기술, 보안 및 인증 기술 경우, 기존 이동통신망 설계 및 운용 기술을 보완 표준화에 대처한다.
- 이동통신망 개발 기관, 학계의 전문가 인력을 최대한 활용하여 표준안 개발에 공동 대처한다.

- IPR 확보방안

- IEEE 802.22에 적용될 수 있는 WRAN 기지국 연동에 대한 IPR을 표준화 완료 이전인 2006년 상반기까지 확보 한다.
- 이동 통신 시스템 개발시 기반 기술이 확보된 기지국 연동 기술, 외부망 연동 기술, 보안 및 인증 기술은 기존 기술에 대한 변형을 통해 IPR을 확보한다.

3.3.4. 장기 표준화로드맵(10년 기술예측)



[국내외 관련 표준 대응리스트]

요소기술	표 준 명	기구 (업체)	제정 연도	재개정 현황	국내관련 표준	국내추진 기구
PHY 기술	IEEE 802.22 Functional Requirements	IEEE	2005	초안 작성중	-	TTA
MAC 기술	IEEE 802.22 Functional Requirements	IEEE	2005	초안 작성중	-	TTA
망 기술	IEEE 802.22 Functional Requirements	IEEE	2005	초안 작성중	-	TTA

Standardization Roadmap  
for IT839 Strategy

[참고문헌]

[1] Joseph Motola, "Making Software Radio More Personal," IEEE Personal Communications, August 1999.

[2] IEEE 802.22 Functional Requirements, 2005. 9.

[3] Jim Hoffmeyer, "SDR Forum Spectrum Efficiency Initiative," SDR Forum, 2004. 4.

[4] Danijela Cabric, "A Cognitive PHY/MAC Paradigm for Spectrum Sensing, Allocation, and Control," BWRC, 2004. 11.

[5] Preston Marshall, "XG(Next Generation Communications)," 2003 Cognitive Radio Conference, 2003. 5.

[6] Kiran Challapali, et. al., "Cognitive/Spectrum - Agile Radio," Philips.

[7] Bryan Ackland, et. al., "High Performance Cognitive Radio Platform with Integrated Physical & Network Layer Capabilities," WINLAB.

[8] Danijela Cabric, "Research Oppotunities in Congitive Radios," BWRC, 2004. 1.

[9] Bruce Fette, "SDR Technology Implementation for Cognitive Radio," General Dynamics, 2003. 5.



1. 본 분석자료는 정보통신부의 국책사업인 “정보통신표준화 계획 수립 및 대응전략 연구”의 일환으로 발간된 자료입니다.
2. 본 분석자료의 무단 복제를 금하며, 내용을 인용할 시에는 반드시 정보통신부 정보통신 연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
  - 총괄책임자 : 진병문 (TTA 표준화본부장)
  - 사업책임자 : 손 홍 (TTA 전략기획팀장)
  - 전략기획팀 : 장종표, 진수경, 전철기, 박정환, 박종봉, 강부미

## IT839 전략 표준화로드맵 Ver.2006 종합보고서1

2005년도 12월 23일 인쇄  
2005년도 12월 31일 발행

발 행 소 : 한국정보통신기술협회  
발 행 인 : 김 홍 구  
발 간 번 호 : TTA-05071-SA  
인 쇄 인 : 다강 (02-3461-5789)

 **한국정보통신기술협회**  
Telecommunications Technology Association  
463-824, 경기도 성남시 분당구 서현동 267-2  
Tel : 031-724-0062, Fax : 031-724-0109  
<http://www.tta.or.kr>

