

[약어]

ETRI	Electronic and Telecommunications Research Institute
USN	Ubiquitous Sensor Network
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
IETF	Internet Engineering Task Force
ISO/IEC	International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission
WLAN	Wireless Local Area Network
ELC	Embedded Linux Consortium
BcN	Broadband Convergence Network

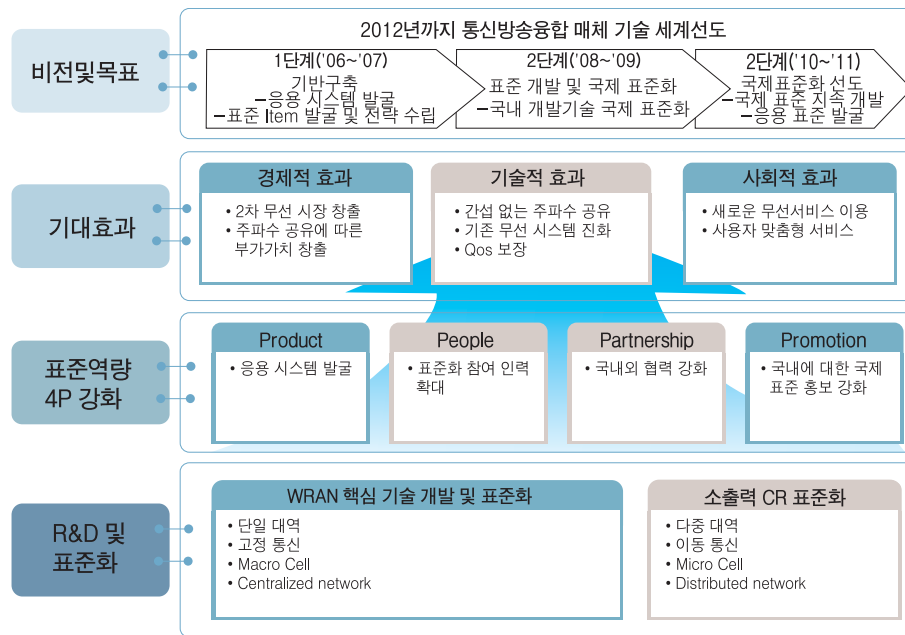
CR

1. 개요

1.1. 추진경과 및 중점 추진방향

- Cognitive Radio 기술은 1999년도에 Joseph Mitola III에 의해 개념이 소개된 후 각 기관별로 요소기술을 부분적으로 개발해오고 있다.
- IEEE에서는 WRAN 구현을 위해 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 있다.
- 이후 2006년 11월 Draft 1.0을 완성하는 것을 목표로 정기 회의 및 Conference call을 통하여 WG내에서 기술적 분석 및 검토를 진행하고 있다.
- 국내에서는 2005년부터 ETRI를 중심으로 본격적인 연구가 시작되었으며, TTA에서도 2005년도 신규 표준화 대상기술로 Cognitive Radio 기술을 선정하고 표준화 과제로 추진 중이다.
- 2006년 중점 추진방향
 - 국내적으로는 정립된 국내 Cognitive Radio 서비스 모델 구현을 위해 표준화 대상항목을 발굴하고 표준화 작업을 진행
 - 국제적으로는 IEEE 802.22를 중심으로 이루어지는 표준화 대상항목에 대한 국내 기술의 국제표준화 지원을 강화하고, WLAN, WPAN, Sensor Network, 이동통신에서의 Cognitive Radio 기술 이용 동향을 파악하여 표준화 기술 발굴 및 관련 대책을 수립
- 2007년 중점 추진방향
 - IEEE 802.22 표준에 국내 기술의 반영을 위한 국내 협력을 강화하고 지원
 - WRAN외에 WLAN, WPAN, Sensor Network, 이동통신시스템에서의 Cognitive Radio 기술 도출 및 표준화 대상항목 설정

1.2. 표준화의 Vision 및 기대효과



(그림 1) Cognitive Radio 기술 표준화의 비전 및 기대효과

1.2.1. 표준화의 필요성

여러 무선 서비스에 활용될 수 있는 공통 기술인 Cognitive Radio 기술을 개발함에 있어, 해당 서비스에 적합한 표준을 제정함으로써 응용시스템의 호환성을 유지하여 경쟁을 촉진하고 공급을 원활히 하기 위해 표준화가 필요

- 세계적으로 UWB와 함께 Cognitive Radio 기술을 스펙트럼 공유를 위한 핵심기술로 인식하고 있다.
- 미국, 캐나다, 영국을 중심으로 Cognitive Radio 기술을 이용하여 스펙트럼의 이용 효율을 높이고, 새로운 무선 통신 서비스를 창출하려 하고 있다.
- 스펙트럼의 이용은 국제적인 coordination을 통하여 이루어지므로 Cognitive Radio 기술 보유 선진국을 중심으로 개방적 스펙트럼의 국제적 이용을 요구해 올 것으로 예상된다.
- 이러한 국제적 스펙트럼 이용 방향에 부합하고, 국내 개발 기술의 국제표준화를 능동적으로 실시할 필요가 있다.
- 스펙트럼의 공유는 기존 서비스에 간섭을 주지 않는 조건 하에서만 가능하므로 기존 서비스에 간섭을 주지 않는 표준화된 통신 방법 및 기술 기준이 필수적이다.
- 표준화된 스펙트럼 공유 방법을 사용하여 비면허 대역 이용 다변화, 1차 서비스와의 스펙트럼 공유를 통한 새로운 무선통신 서비스 구현으로 2차 무선 서비스 시장 창출한다.

1.2.2. 표준화의 목표

현재 진행 중인 IEEE 802.22 WRAN 표준화 지원 및 국내 적용 표준 모델 도출
WLAN, WPAN, Sensor Network, 이동통신을 위한 CR 관련 핵심 표준 기술 발굴 및 제정

- 2007년까지 IEEE 802.22 표준에 대한 국내 개발 기술의 국제표준화
- 2007년까지 WLAN, WPAN, USN, 이동통신을 위한 CR 기술 적용 방안을 수립하고, 관련 표준화항목 발굴, 2009년까지 관련 표준제정

1.2.3. Vision 및 기대효과

Cognitive Radio 기술 관련 국제표준 선도
Cognitive Radio 응용 기술개발 및 표준화를 통하여 세계 무선 서비스를 선도하고 관련 서비스 조기 정착에 기여

- Cognitive Radio 기술이 개발, 적용됨에 따라 지능적으로 간섭을 회피하면서 기존 서비스와 스펙트럼을 공유하는 것이 가능해질 것이다.
- 서비스 측면에서는, Cognitive Radio 기술을 적용한 허가 대역의 2차 무선 서비스가 가능해질 것이며, 비허가 대역에서도 Cognitive Radio 기술의 적용이 확대될 것으로 예상된다.
- 스펙트럼 이용률 측면에서는, 스펙트럼을 기존 서비스와 주파수대를 공유하므로 공유 스펙트럼의 사용 효율이 제고될 것이며, 기존 무선 서비스 대역의 독자적인 이용 효율 향상이 예상된다.
- 스펙트럼 공유가 가능해짐에 따라 전파 특성이 우수한 주파수 대역의 이용 기회가 늘어나 경제적인 다양한 무선서비스 도입이 가능해지므로 국민 편익이 증대될 것으로 예상된다.
- 유비쿼터스 시대의 도래와 함께 전파 이용 환경이 복잡해짐에 따라 Cognitive Radio와 같은 간섭 회피 기술의 활용이 증대될 것이다.
- 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 예상된다.

2. 국내외 현황분석

2.1. 중점기술 개요

2.1.1. 중점기술 및 표준화 대상항목의 정의

- 중점기술의 정의

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

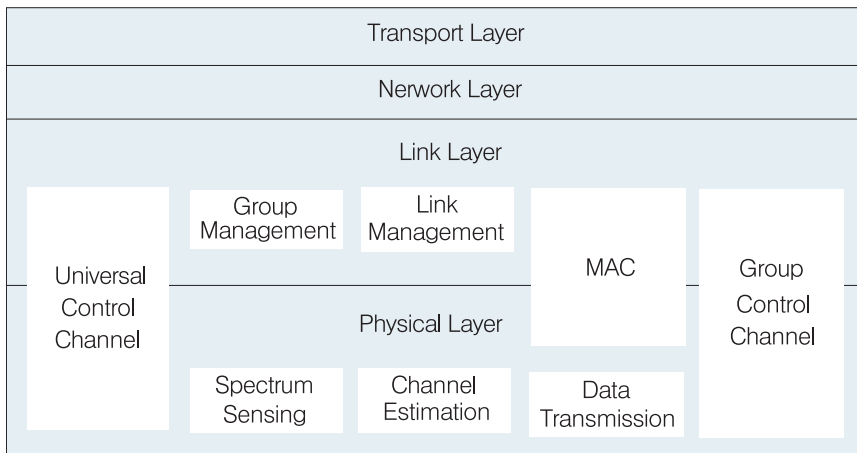
- Cognitive Radio의 Cognitive function을 구현하기 위해서는 스펙트럼 센싱, decision 알고리즘, 학습 알고리즘이 필요하며 간섭 회피, 전송 품질 최적화 등 Action 기능을 위해서는 적응형 변복조 및 코딩 기술, 자동 전력 제어, 동적 주파수 선택 기능이 필요하다.

- 표준화 대상항목의 정의

구분	표준화 대상항목	표준화내용
간섭 분석 기술	Interference Temperature 설정 기술	사용 가능 주파수 영역의 판정을 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 보상해 주거나 적응형 변조에 활용하는 기술
	환경 적응형 변복조 기술	변하는 주파수 이용 상황 및 무선 채널 환경에 따라 파라미터가 최적화되는 변복조 기술
	전력 제어 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 뱅크 내의 여러 채널 중에서 기지국과 가입자국 또는 가입자간에 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
	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 운용 기술

구분	표준화 대상항목	표준화내용
망 기술	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 통신망과 관련한 CR 기술 표준화는 IEEE 802.22 메커니즘을 중심으로 관련 연구 그룹(IEEE 802.18, 11, 16, 19)과 협력하여 진행되고 있다.
- CR 기술을 개념적으로 분류해보면, 아래 그림과 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.



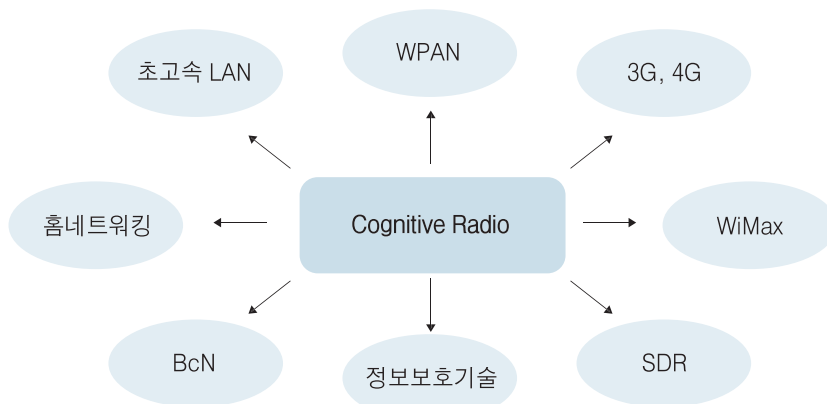
(그림 2) CR 기술 분류

- 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 망 운용에 필요한 정보를 송수신할 수 있도록 하기 위한 외부망 연동 기술이 있다.

2.1.2. 연관기술 분석

- 연관기술 관계도



(그림 3) CR 연관기술 관계도

• 연관기술 분석표

연관기술	내용	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 Hyper LAN	표준화 완료(11h) 표준화 진행중(11k)	표준화 완료(11h) 표준화 진행중(11k)	기술 개발 중	기술 개발 중
WPAN	CR 기술을 사용하여 가용 주파수 인지, 전송속도 최적화가 가능하여 시스템의 효율을 높일 수 있음	TTA	IEEE Hyper PAN	표준화 진행 중	표준화 진행 중	기술 개발 중	기술 개발 중
3G,4G 이동 셀룰러 시스템	CR기술을 사용하여 자원 관리의 최적화, 전송 효율의 최적화가 가능하며, 이종 시스템간의 연동을 가능하게 함	TTA	IEEE 3GPP	표준화 진행 중	표준화 진행 중	일부 상품화	일부 상품화
WiMAX (WiBro 포함)	사용 가능 대역의 확장을 위해 CR 기술 사용이 가능하며, 전송 효율의 최적화 가능	TTA	IEEE	표준화 진행 중	표준화 진행 중	일부 상품화	일부 상품화
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 진행 중	표준화 진행 중	기술 개발 중	일부 상품화
BcN	유무선 통합망의 효율적 관리를 위해서는 상대적으로 자원할당이 열악한 무선구간의 자원 관리가 필수적이므로 효율적인 자원 확보를 위해 CR기술 활용	TTA, BcN 포럼	ITU-T IETF IPv6포럼 IEEE 3GPP	표준화 진행 중	표준화 진행 중	기술 개발 중	기술 개발 중
정보 보호 기술	사용자 인증, 정보보호 기술은 모든 네트워크에 공통적으로 필요한 기술이며, 주파수를 공유하는 CR 망의 경우 더욱 중요함	TTA, ECIF, ISTF	W3C OASIS IETF OMA	표준화 진행 중	표준화 진행 중	기술 개발 중	기술 개발 중
무선 홈 네트워킹 기술	좁은 영역에서 다양한 무선시스템이 공존하게 될 것이므로 CR의 간섭 회피, 적응형 자원할당 기술이 활용될 수 있음	TTA, 홈네트워크 포럼, 홈네트워크 보안 포럼	UPnP, OSGi, DHWG, HAVi등	표준화 진행 중	표준화 진행 중	기술 개발 중	기술 개발 중

2.2. 시장현황 및 전망

- 최근 무선통신 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 시장 현황 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, 이동통신 시장이 잘 발달되어 있어 향후 Cognitive Radio를 이용하여 여러 통신 방식을 수용할 수 있는 통합 기기 시장도 발전할 것으로 예상된다.

2.2.2. 국외 시장 현황 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 예측하였다. 아래 그림은 Cognitive Radio기술을 포함한 SDR의 향후 분야별 시장 예측 규모를 나타내고 있는데, 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 고정 통신망 부분의 시장을 2007년 이후부터 연평균 성장률 96.1%로 성장할 것으로 예상하고, 이러한 기술의 경쟁 상대 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 표에는 Cognitive Radio 기술이 적용된 WRAN이 경쟁할 WiMAX 시스템 설치대수에 대한 예상 규모를 나타낸 것이다.

〈표 4〉 국산 PacketCable STB 시장 전망

Shipments(Millions)	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2016년	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) 시장 동향에 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 것으로 전망하고 있다.
각 부문별 시장 규모를 살펴보면 환경정보 센싱과 Ad-hoc 통신 부문이 전체의 53~77%를 차지하고 있음을 알 수 있다. 이러한 기술에 Cognitive Radio 기술이 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

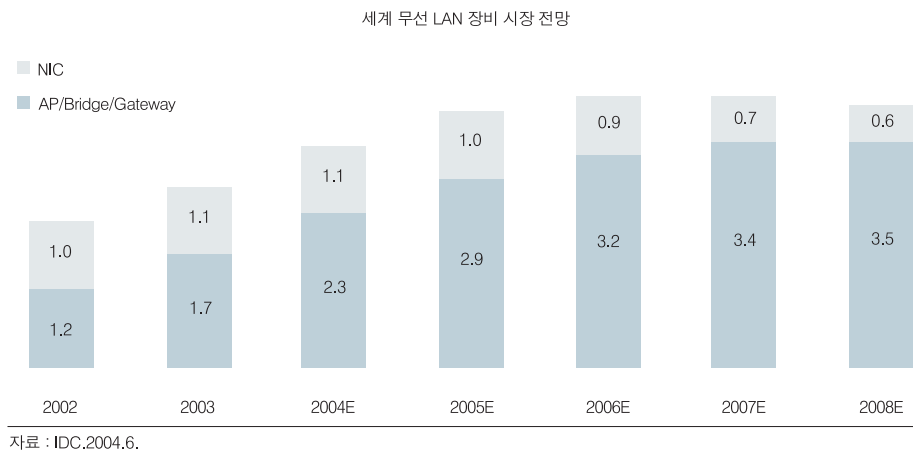
(단위 : 억 달러)

단계	단계	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년
1, 2	ID인식 이력관리	11.0	20.0	30.0	41.0	53.0	67.0	83.0	100.0
3	환경정보 센싱	4.8	13.0	23.0	37.0	76.8	136.32	165.1	460.8
4	Ad-hoc 태그통신	0.3	3.5	33.0	33.0	46.6	65.7	92.6	130.6
5	RFID 제어	-	-	6.6	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

* 자료출처 : 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%씩 성장하여 2008년에는 40억 달러까지 성장할 것으로 전망된다. 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 한풀 꺾일 것으로 예상된다.

(단위 : 십억 달러)



(그림 5) 세계 무선 LAN 장비 시장 전망

- 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 추정된다. UWB 응용시장이 2005년을 기점으로 상용화가 본격화되고 2005년 2분기부터 UWB 기술을 채택한 디지털 가전 제품들이 본격적으로 등장하여, 2010년 40억 달러(약 5조 원) 규모로 매년 40% 이상 고성장, 시장규모도 2010년에는 60억 달러 이상을 형성할 것으로 전망된다.

2.3. 기술 개발 현황 및 전망

2.3.1. 국내 기술 개발 현황 및 전망

- 기술개발 정부정책 및 기본계획
 - 정보통신부는 IT839전략 및 향후 10년 미래 국가경제를 주도할 핵심 산업으로 발전시키고 전파 이용 기술과 응용서비스 개발을 촉진하기 위해 새로운 '전파 이용 정책(안)'을 2005년 상반기에 마련했으며, 이의 일환으로 주파수 이용 효율 향상을 위한 기술로 Cognitive Radio 기술을 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 표준화활동에 참여하고 있으며, IEEE 802.22 Working Group에서 구현하고자 하는 WRAN 관련 핵심기술도 병행하여 개발하고 있다.
- 국내 학계
 - 국내 대학에서도 2005년도부터 Cognitive Radio와 관련한 적응형 전송 기술, 채널코딩 방식 연구, MAC 계층 연구, 스펙트럼 센싱 기술개발을 진행하고 있다.
- 전반적으로 Cognitive Radio의 활용 가능성 및 산업적 가치에 대하여 검토하고 있는 단계이며, 2005년도부터 시작된 관련 기술개발 결과가 가시화되는 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 자국 내 스펙트럼의 효율적 활용을 위해 CR 기술을 적극적으로 채택하려는 하고 있으며 이를 위해 규정 정비를 아래와 같이 추진하고 있다.
- 〈FCC Docket 02-380 ('02.12.20)〉
- 900MHz이하 TV대역에서 해당 스펙트럼이 사용하고 있지 않을 때 공간, 시간적으로 스펙트럼을 공유하는 비허가 기기 허용에 대한 의견 요청

- 3GHz대역(예를 들면 3650~3700MHz)에서 기존 비허가 기기보다 더 큰 출력으로 동작하는 비허가 기기 허용에 대한 의견 요청

〈FCC Docket 03-322 ('03.12.30.)〉

- SDR, CR이 스펙트럼을 효율적으로 이용하는 데 적합한 기술임을 인식
- CR을 사용하면 허가 대역에서는 허가 사용자와 합의하여 해당 스펙트럼 공유가 가능하며, 허가 사용자가 사용하지 않는 지역 또는 시간에는 비허가 사용 가능
- 이러한 장점을 가진 CR의 도입을 가능하게 하기 위해 개정해야 할 규정, 응용 분야 제시 요구

〈FCC 04-113 ('04.5.25.)〉

- 비어 있는 TV 스펙트럼에 대한 비허가 기기 사용 허용
- 허용 이유 :
 - = TV 스펙트럼의 이용 효율 향상
 - = 새롭고 혁신적인 광대역 비허가 기기 및 서비스 개발을 허용하는 것이 공공의 이익에 크게 기여
 - = 방송사업자에게도 새로운 서비스 기회 제공
 - = 전파 도달 거리가 긴 TV대역을 사용함으로써 보다 큰 커버리지에 대해 무선 인터넷 서비스 제공 가능

〈FCC Public Notice DA 06-1318 (2006.9.11.)〉

- 비어 있는 TV대역을 사용하는 비허가 기기 개발에 도움을 주기 위한 향후 간섭 시험과 이에 근거한 기술적 요구사항 발표 일정, 인증 개시 일정 발표

예정 시기	마일스톤
2006.10.	첫번째 Report and Order 및 Further Notice of Proposed Rule 채택
2007.03.	FCC 시험소에서 DTV 수신기의 간섭 제거 성능 측정 결과 발표
2007.07.	FCC 시험소에서 비허가 기기가 TV 및 기타 무선 서비스에 미치는 간섭 시험 결과 발표
2007.10.	대역에서 동작하는 비허가 기기에 대한 기술적 요구사항을 규정하는 두 번째 Report and Order 채택
2007.12.	FCC 시험소에서 TV 대역에서 동작하는 비허가 기기에 대한 인증 접수 개시
2009.02.	일반인에게 판매 예상

• 기관별 기술개발 현황

- 현재 CR기술과 관련하여 학계, 기업체의 개발 현황은 아래와 같다 :
 - 적응형 전송기술 분야 : UC Berkeley, Runcom, France Telecom
 - CR 플랫폼 개발 : WINLAB, Intel, Philips
 - 실시간 스펙트럼 측정 기술 : DARPA, Philips, UC Berkeley, Georgia Tech.
 - 동적 스펙트럼 접속 기술 : 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 기술개발을 추진하고 있으며 이와 관련된 기술개발 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 재구성이 가능한 송수신기 개발과 함께 Cognitive Radio 의 활용 가능성에 대해 연구하고 있다.
 - 일본에서는 ARIB(Association of Radio Industries&Businesses)산하에 소프트웨어 수신기 개발을 위한 연구 그룹이 발족되어 활동 중이다.

2.4. 표준화 현황 및 전망

2.4.1. 국내 표준화 현황 및 전망

- 정부의 표준화 정책
 - 정보통신부는 주파수 이용 효율을 높이고 새로운 무선통신 서비스 도입을 가능하게 하기 위하여, Cognitive Radio 기술개발을 2005년부터 시작하였으며, 정부 차원의 표준화는 아직 진행되지 않고 있으며, 국내 기술 개발 기관 및 산업체가 IEEE 표준화활동에 참여하고 있다.
- 국내 관련 기관의 표준화활동 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 표준화활동 참여를 통하여 해당 기술의 국제표준화를 추진하고 있다.
 - 2005년 창립된 스펙트럼 공학 포럼에서도 CR기술이 소개되어 관계자들의 관심을 불러 일으켰다.
 - 삼성에서도 IEEE 802.22 표준화활동에 적극적으로 참여하고 있다.
 - IEEE 802.22에서 표준화하고 있는 서비스 모델이 국내 환경에서는 부적합할 수도 있으므로 국내 서비스 모델의 개발이 병행되어야 표준화활동도 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 있다.
- 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 고정 위성 서비스 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 이용하여 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 2004년부터는 CR의 스펙트럼 센싱 기능에 해당하는 Radio Resource Measurement 관련 표준을 진행하고 있다.
 - SDR Forum에서도 CR 분과를 신설하고 관련 기술에 논의를 시작하였다.

2.5. 표준화 대상항목별 현황 분석표

구분		PHY기술	MAC 기술	망기술
표준화 대상항목		- 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	- 기술개발 단계로서 시장이 형성되어 있지 않음. 향후 비허가 대역을 이용하는 통신 시스템이 주류를 이룰것으로 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 요소기술을 2005년부터 개발 중임	- ETRI를 중심으로 각 대학과 연계하여 관련 기술을 기획, 개발하고 있음	- 삼성에서도 관련 기술을 기획하고 있음 - 삼성, LG에서 Wibro용 ACR등을 개발하였으나 이를 CR용으로 전환하기 위해서 추가 개발이 필요함
	국외	- 미국 DARPA에서 스펙트럼 센싱 기술개발 중임 - 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 개발 중임 - STMicroelectronics사는 IEEE 802. 11n 시스템을 기반으로 하는 CR 시스템 MAC을 개발 중임 - Harris사는 CR기술용 학습 알고리즘 개발 중	- Siemens, Ericsson등을 중심으로 WiMAX용 네트워크 장비 등을 개발하였으나 CR기술 탑재를 위해서 추가 개발이 필요함
기술 개발 수준	국내	기획 단계	기획 단계	기획 단계
	국외	설계 단계	설계 단계	기획 단계
	기술격차	1년	1년	0년
	관련제품	-	-	-
IPR 보유 현황	국내	-	-	-
	국외	-	-	-
IPR확보 가능분야	스펙트럼 측정 기술, 변복조 기술, 전력 제어 기술 분야		학습 알고리즘, 채널 할당 알고리즘	ACR 연동기술, L3 핸드오프 기술
IPR확보 가능성	높음		높음	낮음
표준화현황 및 전망		- 고정 통신망과 관련한 CR기술의 표준화는 IEEE 802.22 WG를 중심으로 관련 연구그룹(IEEE 802.18, 11, 16, 19)과 협력하여 진행 중		
표준화 기구/ 단체	국내	TTA	TTA	TTA
	국외	IEEE	IEEE	IEEE
	국내 참여 업체 및 기관현황	ETRI, 삼성전기, 삼성종합기술원, 삼성전자 등	ETRI, 삼성전기, 삼성종합기술원, 삼성전자 등	ETRI, 삼성전기, 삼성종합기술원, 삼성전자 등
	국내 기여도	높음	높음	낮음
표준화 수준	국내	표준기획단계	표준기획단계	표준기획단계
	국외	초안개발단계초	초안개발단계초	초안개발단계초
국내 표준회의 인프라수준 (시장요구정도 및 참여도)		중간 (낮음)	중간 (낮음)	중간 (낮음)

3. 중점 표준화항목의 표준화 추진전략

3.1. 중점기술의 표준화 환경 분석

3.1.1. 표준화 추진상의 문제점 및 현안사항

- 표준화추진을 위해서는 표준으로 채택될 수 있는 CR 핵심기술의 확보가 선행되어야 한다.
- 미국, 캐나다, 영국 등에서는 수 년 전부터 다양한 국가 프로젝트를 통해 CR 관련 기술개발을 적극 수행해오고 있다.
- 그러나 국내에서는 정부 출연 연구기관을 중심으로 2005년에 CR 핵심기술에 대한 연구를 시작하였기 때문에, 2004.11월 시작된 IEEE 802.22 표준화 과정에서 국내 기술의 국제표준 제안에 어려움이 있다.
- 외국에서는 국가 프로젝트를 기반으로 관련 산·학·간에 CR 기술의 자국 및 국제표준화에 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

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">국내 역량요인</div> <div style="width: 45%;">국외 환경요인</div> </div>			강점 요인 (S)		약점 요인 (W)	
			시장	- 국내 이동통신 시장의 활성화 및 해외 시장 진출 - Set-top Box, DTV, Tuner 시장 점유비 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 핵심기술 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 국내표준화 논의 늦음 - 국제표준화 참여도 미흡
(O)	시장	- 미국, 캐나다를 중심으로 인구 저밀도 지역에 대한 신규 무선 인프라 시장 성장 예상(WRAN 관련) - 무선 통신 시스템에 CR 기술 적용 확대 예상	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>- 현황분석에 의한 우선순위 : 1</p> <p>- CDMA, WiBro 등을 개발한 경험을 CR 기술에 활용하는 기술을 개발 국내의 표준화에 대응</p> <p>- IT839 전략 추진으로 CR 기술 활용 가능성이 있는 기술개발을 활발히 추진하고 있으므로 CR 기술 활용을 위한 연계 체제 구성</p> <p>- 신규 무선 서비스를 위한 CR 표준 기술 발굴</p> <p>〈SO전략 : 공격적 전략(강점사용-기회활용)〉</p> <p>〈ST전략 : 다각화 전략(강점사용-위협회피)〉</p> </div> <div style="width: 10%; text-align: center;"> <p>전략</p> <p>SO WO ST WT</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>- 현황분석에 의한 우선순위 : 2</p> <p>- WRAN 외에 국내 서비스 모델 개발로 응용 기술 발굴</p> <p>- 응용 기술 중 표준화가 필요한 분야 발굴, 국내표준화 진행 및 국제표준화 유도</p> <p>〈WO전략 : 만회 전략(약점극복-기회활용)〉</p> <p>〈WT전략 : 방어적 전략(약점최소화-위협회피)〉</p> </div> </div>			
	기술	- CR 응용 기술 부족				
	표준	- IEEE를 중심으로 CR 기술 적용을 위한 Working Group 신설로 국내 전문가의 참여 기회 확대 - 표준화된 CR 기술 부족 위험 요인				
(T)	시장	- 해외 대기업 참여 활발	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>- 현황분석에 의한 우선순위 : 3</p> <p>- TTA, RAPA, 스펙트럼 공학 포럼, 학계, 산업체, 연구소 등 CR 기술개발 및 표준화 관련 기관 간 협력 체제 강화를 통해 국제표준화 공동 대응</p> <p>- 국내 보유 특허의 CR 관련 국제표준 기술에 적용 유도</p> </div> <div style="width: 10%; text-align: center;"> <p>전략</p> <p>SO WO ST WT</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>- 현황분석에 의한 우선순위 : 4</p> <p>- 국내외 서비스 모델 개발을 통해 표준화 국내 기관의 국제표준화 참여 유도</p> <p>- 국제표준화 일정에 대한 속도 조절</p> <p>- 관련 기술개발 가속화</p> </div> </div>			
	기술	- 외국 기관은 CR 기반 기술 보유 - 특허출원 중인 기술 다수 존재 예상				
	표준	- 표준화 일정 촉박 (IEEE 802.22의 경우) - 미국 주도로 표준화추진				

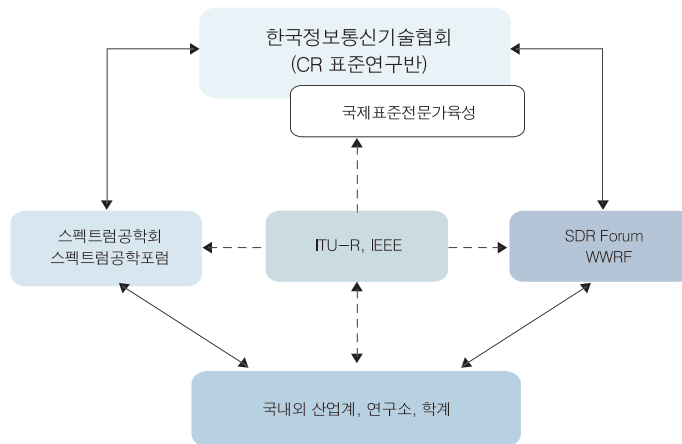
• 표준화 추진방향 : WO, WT 보완을 위한 국내 서비스 모델 개발 및 표준화 요소 발굴

- 국내 기업의 저조한 참여의 원인이 되는 국내 서비스 모델을 발굴하여 국내 기업의 참여를 이끌어내고, 이를 통하여 국내표준화 기반을 마련한다.
- CR 응용 시스템에 대한 국내표준화 결과를 국제표준으로 만들기 위한 중장기적인 대안을 마련한다.
- 이미 진행 중인 국제표준화활동에(IEEE 802.22 WG 등) 적극적으로 참여하여, 국내 개발 기술이 CR 관련 국제표준에 반영되도록 한다.
- WLAN, 이동통신 등의 기술개발 및 표준화 기관과의 연계 체제를 구축하고, 해당 분야에서 CR 관련 기술 적용 동향을 파악, 표준화 대상 기술을 발굴하여 국내 기술개발에 반영하고 그 결과를 국제표준에 반영한다.
- TTA, 스펙트럼 공학 포럼, 스펙트럼 공학 ITRC, RAPA, 학계, 출연 연구기관, 산업체간의 협력 네트워크를 구성하고, 국내외 CR 관련 표준화 대응을 위한 기술 교류 정례화를 추진할 필요가 있다.
- CRC, BWRC, WINLAB, VT 등 외국 CR 연구기관과 기술적, 인적 협력 네트워크를 구성하여, 국내 CR 기술의 국제표준화에 적극 활용할 필요가 있다.

- 이미 진행되고 있는 국제표준 작성 과정에서 도출되는 표준과 병행하여, 국내 개발 CR 핵심기술을 활용 국내 TTA 표준(안)을 작성한다.
- 국내 개발 TTA 표준(안)을 국제표준(안)에 반영되도록 추진한다.
- 국내외 기술개발 저변 확대를 위해 CR 관련 포럼, 학술 발표, 국내외 회의에 적극 참여하고, 국내외 표준 전문가 활용, 표준화 세미나 개최, 표준화 협력팀 활동 등을 통하여 표준화를 위한 인적 네트워크 강화를 추진한다.

3.1.3. 표준화 추진체계

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



(그림 6) 국내 주요기관의 IPv6 표준화 추진체계

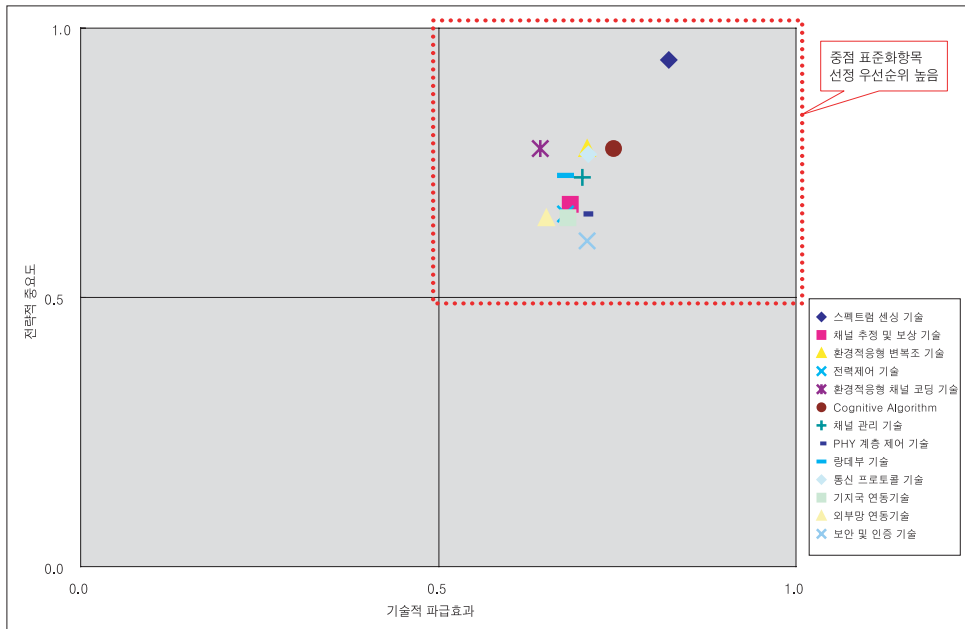
3.2. 중점 표준화항목 선정

3.2.1. 중점 표준화항목 선정 방법

표준화 대상항목별 전략적 중요도 및 기술적 파급효과 분석														
고려요소	전략적 중요도									기술적 파급효과				
	P1 정부의지 (국가 산업전략 과의 연관성 등)	P2 산업체 의지 (국내 기업 산업 경쟁력 제고 등)	P3 공공성 (사용자 편리성 등)	P4 적시성	P5 시장 파급성	P6 기술적 선도 가능성 (국제경 쟁력, IPR 확보 필요 성 등)	P7 국제 표준화 이슈정도	P8 상용화 가능성 (구현 가능성 등)	PI (Priority Index)	E1 기술내 중요도 (원천성 등)	E2 타 기술에 파급효과 (연관성, 활용성 등)	E3 산업적 파급효과 (산업화 로 인한 이득, 국내 관련 산업 규모 및 성숙도 등)	E4 미래 영향력 (미래 표준 항목에의 적용/ 응용성)	EI (Effect Index)
고려요소별 가중치	0.12	0.15	0.08	0.12	0.16	0.18	0.12	0.03	-	0.32	0.23	0.20	0.25	-
스펙트럼 센싱 기술	4	4	3	4	4	5	4	4	0.6	5	4	4	5	0.9
채널 추정 및 보상 기술	2	4	3	3	3	4	4	4	0.7	4	3	3	3	0.7
환경적응형 변복조 기술	3	4	3	3	3	4	4	4	0.7	4	4	3	4	0.8
전력 제어 기술	3	3	3	3	3	4	4	4	0.7	3	4	3	3	0.6
환경적응형 채널 코딩 기술	3	3	3	3	3	3	4	4	0.6	4	4	3	4	0.8
Cognitive Angorthm	3	3	3	3	4	5	4	4	0.7	4	4	3	4	0.8
채널관리기술	4	3	3	3	3	4	4	4	0.7	4	4	3	3	0.7
PHY 계층 제어 기술	3	4	3	3	4	3	4	4	0.7	3	4	3	3	0.6
라대부 기술	3	3	3	3	3	4	4	4	0.7	4	3	3	4	0.7
통신 프로토콜 기술	3	3	3	3	4	4	4	4	0.7	4	4	4	3	0.8
기지국 연동기술	3	4	3	3	4	3	3	4	0.7	3	3	4	3	0.6
외부망 연동기술	3	3	3	3	4	3	3	4	0.7	3	3	4	3	0.6
보안 및 인증 기술	4	4	3	3	3	4	3	4	0.7	3	3	3	3	0.6

* 표준화 대상항목의 각 고려요소별 평가점수는 해당 중점기술의 전문가들 의견을 종합하여 산출

* 각 고려요소별 평가점수는 1(매우 낮음), 2(낮음), 3(보통), 4(높음), 5(매우 높음)의 5점 척도



3.2.2. 중점 표준화항목 선정 사유

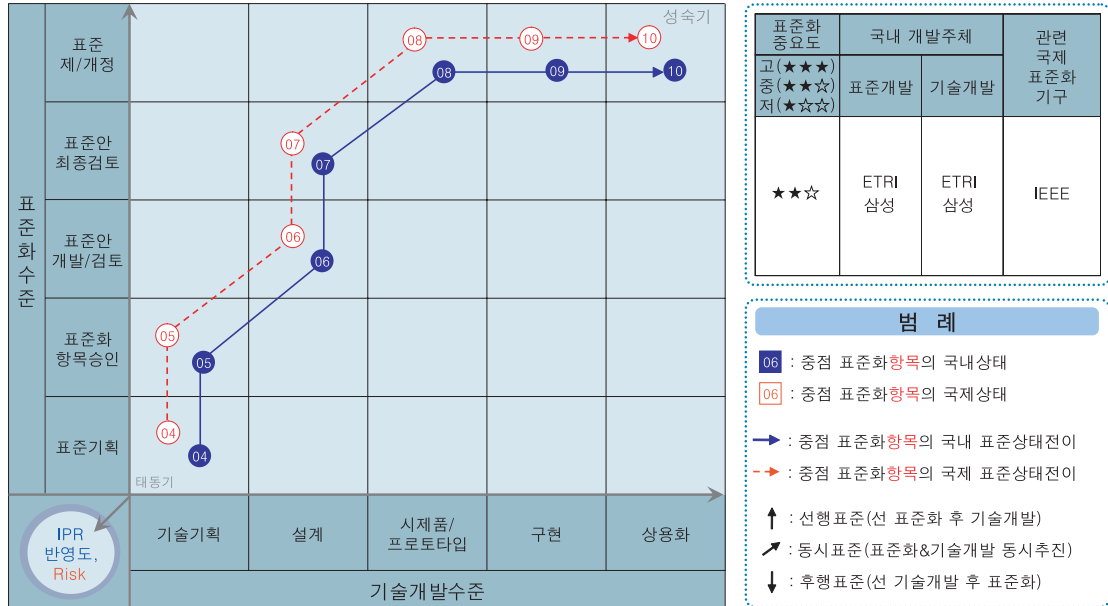
- 2004년 부터 IEEE 802.22를 중심으로 진행되고 있는 WRAN 시스템 표준화 동향을 중심으로 표준화항목을 도출한다. 현재 WRAN에 사용될 수 있는 기술 중 전송 기술은 상당 부분 개발되어 있으므로, 기존 기술과 차별화된 기술의 개발과 이의 표준화가 필요하고, cognitive function을 구현하기 위한 요소기술들에 비중을 두어야 한다.
- 국제적으로 우리나라가 표준화를 주도하고 있거나, 주도할 잠재력을 가지고 있는 분야, 기술개발 시 국내외 적으로 시장경쟁력을 확보할 수 있는 분야를 중심으로 중점 표준화항목을 도출한다.
- 이와 같은 기준에 따라, PHY 기술, MAC 기술, 망기술 중 13가지 핵심 요소기술들에 대해 전문가 조사를 거쳐 전략적 중요도와 파급 효과면에서 0.5점 이상으로 조사된 항목들을 중점 표준화항목으로 선정한다.
- 조사 결과에서도 알 수 있는 바와 같이, 13가지 후보 기술 모두 파급 효과과 전략적 중요도가 높은 것으로 조사되었으며, 특히 스펙트럼 센싱, cognitive algorithm, 환경 적응형 변복조 기술, 통신 프로토콜 등이 파급 효과와 전략적 중요도면에서 상대적으로 더 중요한 요소기술로 조사되었다.

• 중점 표준화항목의 국내 기술경쟁력 현황

구분	중점 표준화항목	국내 산업계 경쟁력
PHY 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 스펙트럼 센싱 - 채널 추정 및 보상 기술 - 적응형 변복조 기술 - 전력제어 기술 - 채널코딩 기술 	WiBro 시스템 개발을 통한 OFDMA 시스템을 위한 채널 추정 및 보상 기술, 변복조 기술, 전력제어기술, 채널 코딩 기술 확보
MAC 기술	<ul style="list-style-type: none"> - Cognitive algorithm 기술 - 채널관리기술 - PHY 계층 제어 기술 - 라데부 기술 - 통신 프로토콜 기술 	WiBro 시스템 개발을 통한 OFDMA 시스템을 위한 PHY 계층 제어 기술, 기본적인 통신 프로토콜 기술 확보
망 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 기지국 연동 기술 - 외부망 연동 기술 - 보안 및 인증 기술 	CDMA, WCDMA, WiBro 등 이동통신망 개발로 기지국 연동 기술, 외부망 연동 기술, 보안 및 인증 기술 확보

3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)

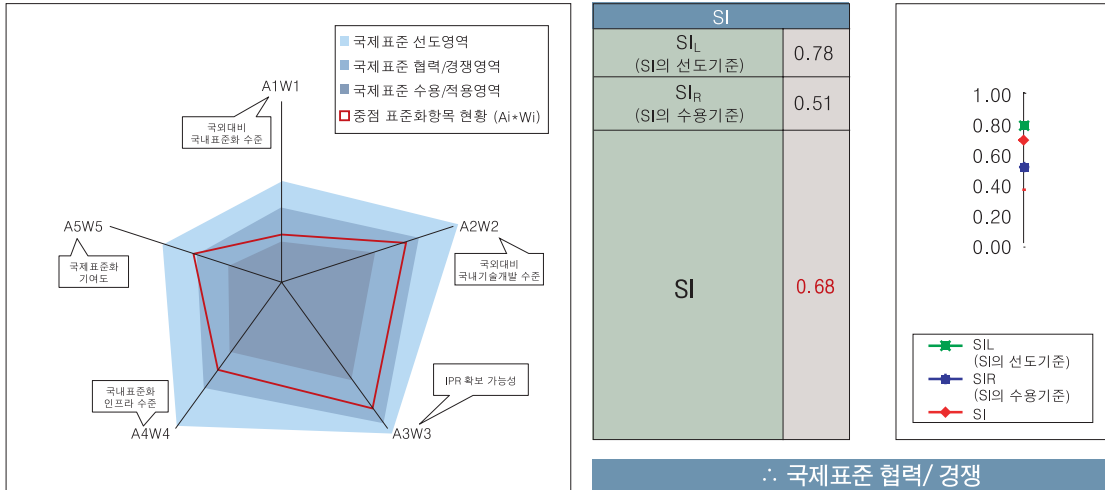
3.3.1. 표준상태전이도



- 위 표준 상태는 IEEE 802.22 표준 진행 상황을 근거로 작성된 것이다.
- 상기 표준은 FCC가 V/UHF 대역을 대상으로 CR 기술을 적용하고자 마련한 NPRM에 근거하여 기술개발 및 프로토타입을 통한 관련 기술이 검증되기 이전에 표준화가 미리 진행되고 있다.
- 국내에서도 ETRI, 삼성에서 2004년 11월 1차 회의 때부터 지속적으로 참여하여 외국 기관과 함께 표준화활동을 활발히 진행하고 있다.
- 표준제정은 2008년 1월로 예정되어 있다.

3.3.2. 스펙트럼 센싱 기술

• 국제표준화 전략 목표 도출



• 세부 전략

- 스펙트럼 센싱 기술은 간섭 회피를 기반으로 하는 Cognitive Radio의 구현에 가장 중요한 기술이다.
- 표준화항목 선정 조사에서는 13개 중점 표준화항목 중 가장 중요한 기술로 판명되었으나, 전략 조사에서는 협력/경쟁 기술로 조사되었다.
- 그러나 그 중요성을 감안하여 스펙트럼 센싱 분야를 집중 기술개발 분야로 지정, 기술개발을 촉진하고, 개발 기술을 국제표준화에 반영할 필요가 있다.
- 스펙트럼 센싱 기술은 사용 가능한 대역에 따라서 그 전파특성이 다르며, 해당 대역에서 동작하는 허가 사용자(Incumbent User)의 전파 특성, 셀 반경, 지형, 서비스 형태 및 전송 방식 등 다양한 변수들을 고려하여 이를 극복할 수 있는 기술이 개발되어야 한다.
- 센싱 기술의 개발을 위해서는 해당 대역을 관리하는 정부와 허가 사용자 서비스 업체 그리고 Cognitive Radio 기술개발자간의 상호 협력이 필요하다.
- 정부에서는 스펙트럼 관리 법규에 따른 센싱 요구조건을 CR기술개발자에게 제시해야 하고, 허가 사용자 서비스업체는 허가 사용자에게 대한 보호를 위한 기준을 CR기술개발자에게 제시해야 한다.
- CR기술개발자는 이러한 요구를 만족하기 위한 스펙트럼 센싱에 관한 최악의 상황에서도 동작 가능한 설계 기준을 마련하여야 하며 이 과정에서 정부 및 서비스 업체와 상호 검증을 통한 설계기준이 마련되어야 한다.
- 스펙트럼 센싱 기준이 마련되면 이를 바탕으로 정부 및 허가 사용자 서비스업체의 요구를 만족시킬 수 있는 스펙트럼 센싱 기술을 개발, 검증을 통하여 해당 대역에서의 최적의 스펙트럼 센싱 기술을 선정 표준화한다.
- 현재 Cognitive Radio 스펙트럼 센싱 기술은 TV대역(VHF~UHF)에서 동작하는 IEEE 802.22 WRAN

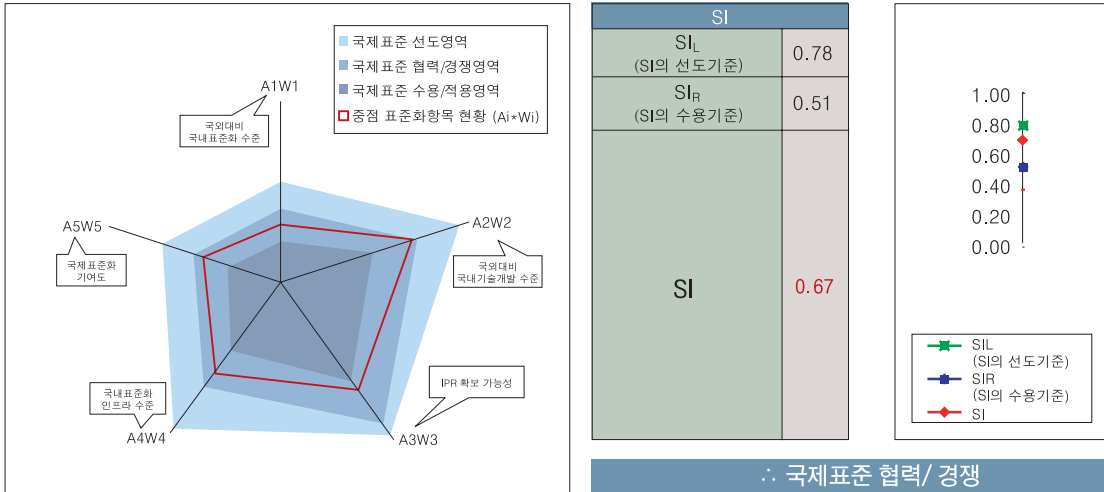
시스템, 2.4GHz대역의 IEEE 802.16 WMAN 시스템, 5GHz대역의 IEEE 802.11 WLAN 시스템 등에서 독립적으로 해당 대역에서의 센싱 기술개발을 진행하고 있으나, 허가 사용자의 보호 측면에서 WRAN 표준화에서 가장 구체화된 기술을 개발하고 있다.

- 스펙트럼 센싱 기술의 국제 선도를 위해서는 다음과 같은 중점 개발 기술 항목들에 대한 신속하며 지속 가능한 기술개발 및 표준화가 진행되어야 한다.

- CR 사용 주파수에 대한 센싱을 위해 확보되어야 하는 Quiet Period(전송중단주기) 최소화 방법
- CR시스템의 간섭 및 상호 공존을 위한 커버리지 중첩 및 셀간 주파수 할당 방식등의 Cell dimensioning 기술
- 저 신호대 잡음비에서의 스펙트럼 센싱 기술
- Beacon 등과 같은 저전력 허가사용자의 검출을 돕는 보조 기술

3.3.3. 채널 추정 및 보상 기술

• 세부 국제표준화 전략목표 도출

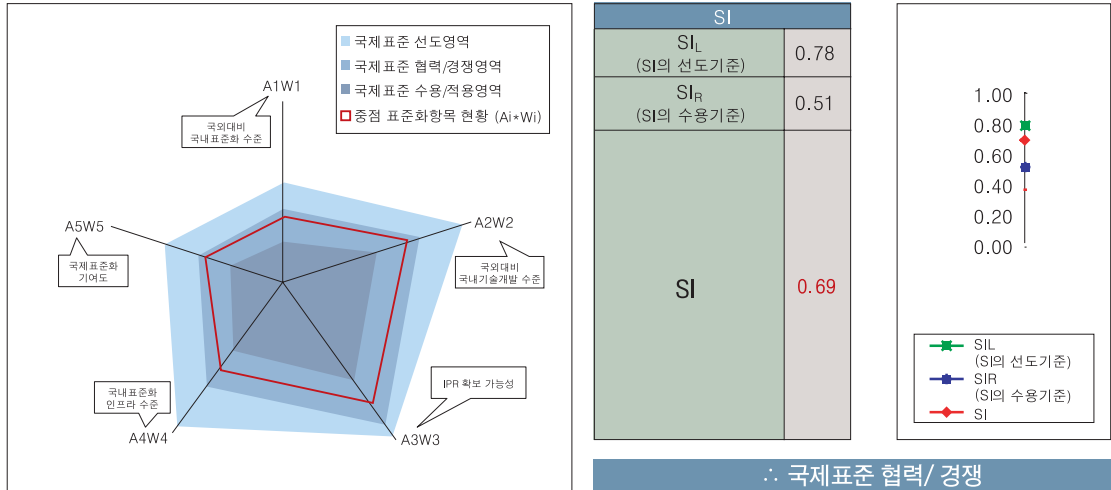


• 세부 전략

- 채널 추정 및 보상 기술은 무선통신에 있어서 가장 중요하고 기반이 되는 기술이다.
- 중점 표준화항목 선정 조사에서는 비교적 상대적으로 낮은 점수를 얻었다. 이는 본 기술이 비교적 성숙되어 있어 새로운 기술의 개발이 어려운 것으로 판단된다.
- 따라서 본 기술은 국제표준 협력이 적절하다.
- 채널 추정 및 보상 기술에 있어 중요한 표준화 전략은 수신기에 적용되는 신호처리 알고리즘도 중요하지만, 이보다는 목표하는 CR 시스템의 채널 환경에 부합하면서 동시에 보유하고 있는 우수한 알고리즘을 적용할 수 있는 프레임 구조(프리앰블 및 파일럿 패턴 등을 포함)를 표준에 포함되도록 하는 것이 중요하다.
- 표준화단계에서 채널 추정 및 보상 기술과 관련된 부분은 최적의 프레임 구조 설계라고 할 수 있다. 특히 프레임 구조에 포함되는 프리앰블(preamble)과 파일럿(pilot) 패턴을 결정하는 일이다. 프리앰블과 파일럿은 각종 동기(synchronization) 및 채널 추정에 사용되는데 최적의 설계라 함은 요구되는 전송효율(throughput)을 만족하면서 안정된 채널 추정 성능을 확보할 수 있는 구조라고 할 수 있다.
- 최적의 프리앰블 및 파일럿 설계는 어느 정도까지는 근사적인 이론에 기초하여 수행할 수 있으나 정확한 설계를 위해서는 응용 시스템의 환경을 잘 반영하고 있는 대표 채널 모델에 바탕을 둔 다양한 시뮬레이션이 수행되어야 한다.

3.3.4. 환경 적응형 변복조 기술

• 국제표준화 전략목표 도출



• 세부 전략

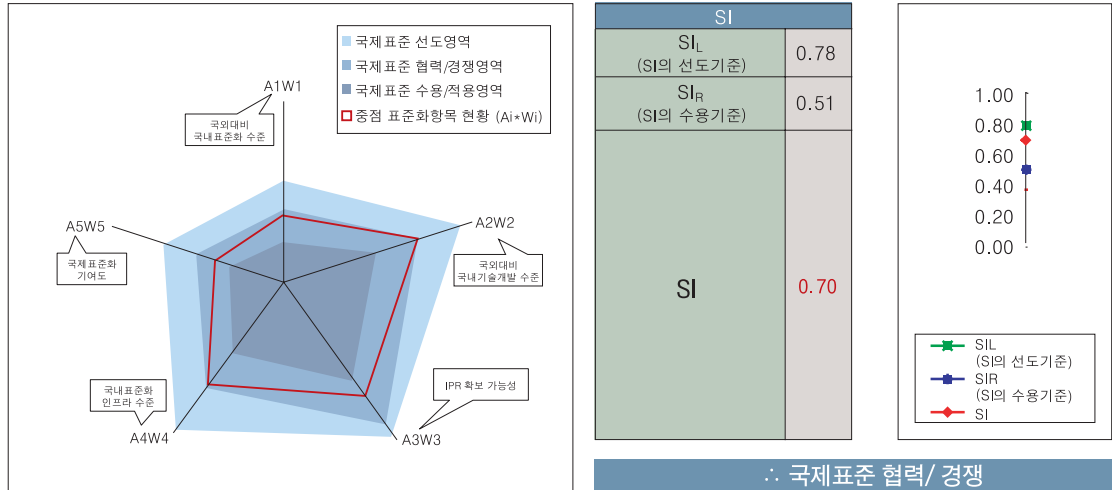
- 환경 적응형 변복조 기술은 무선통신에 있어서 중요하고 기반이 되는 기술이다.
- 표준화항목 선정 조사에서도 13개 항목 중 세 번째로 중요한 기술로 조사되었다.
- 전략 조사에서는 협력/경쟁 기술로 조사되었으나 수용보다는 선도쪽으로 치우쳐 있는 것으로 보아 국제표준 반영 가능성이 높은 것으로 판단된다.
- WRAN 관련한 환경 적응형 변복조 기술의 경우, AMC/subchannelization 방식에 대한 기술개발 및 이의 국제표준 반영이 필요하다.
- 변조 방식은 Cognitive Radio 시스템의 스펙트럼 효율을 결정하는 파라미터로서 채널 상태 및 사용자 요구에 따라 가변 전송될 수 있어야 한다. 일반적으로 프리앰블(preamble)이나 파일럿(pilot), 제어신호(control signal)과 같은 강력한 내성이 요구되는 정보는 낮은 수준의 변조방식(BPSK 또는 QPSK)을 사용하고, 데이터는 채널 상태에 따라 변조방식을 QPSK에서 256QAM까지 사용될 수 있어야 한다.
- 시간, 주파수, 그리고 공간 상에서 변하는 채널 환경을 파악하여 적응적으로 변복조 방식을 전환하는 기술은 단지 변조방식(modulation scheme)에만 해당하지 않는다.
- 환경적응형 변복조 기술은 기지국과 단말 사이의 채널 환경에 따라 반송파 전송 방식, 다중 접속 방식(multiple access), 듀플렉싱(duplexing), 채널 부호화 방식(channel coding) 등 다양하다.
- 반송파 전송 방식은 전통적인 단일 반송파 전송 방식과 최근 많은 시스템과 표준에서 채택하고 있는 다중 반송파 전송 방식이 있다.
- 특히 다중 반송파 전송 방식에 해당하는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing)은 무선랜

(11a/g/n), 유럽/일본향 DTV, WiBro(WiMax) 등에 널리 채택되고 있는 기술로서 다가올 4G 뿐만 아니라 cognitive radio 표준 방식으로 채택될 수 있는 유력한 전송 방식이다.

- OFDM 전송 방식이 표준으로 채택될 경우 분산 부채널과 인접 부채널을 구성하는 방법과 비율을 채널 환경에 따라 적응적으로 전송하는 기술이 개발될 수 있다.
- 따라서 OFDM 방식과 관련된 기반 기술 및 지적 재산권 확보가 Cognitive Radio 시스템의 표준화에서 우위를 점할 수 있는 길이라 판단된다.

3.3.5. 전력제어기술

• 국제표준화 전략 목표 도출



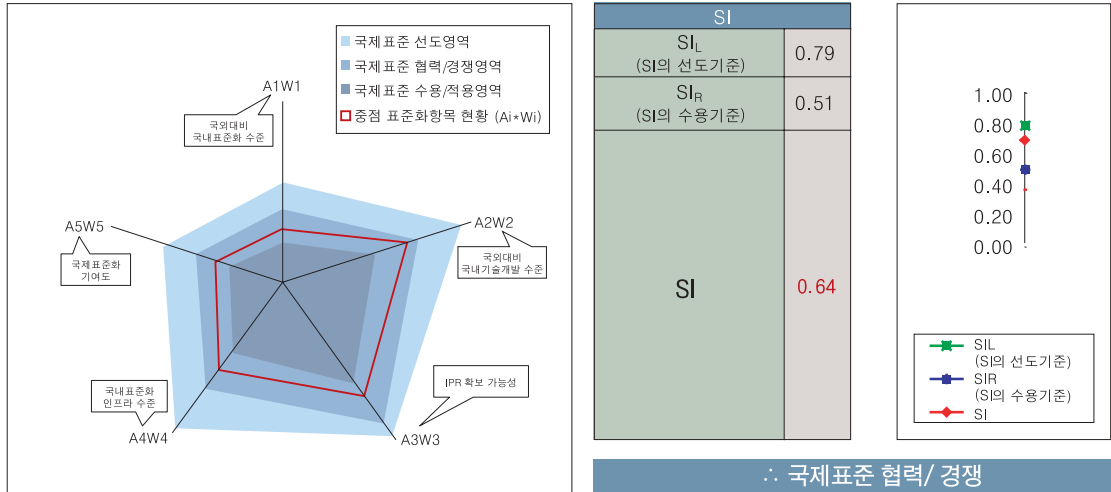
• 세부 전략

- 전력 제어 기술은 표준화항목 선정 조사에서 비교적 낮은 점수를 받았으나, 전략 조사에서는 선도 가능성이 있는 협력/경쟁 영역에 속하는 것으로 조사되었다.
- WRAN 관련해서는 전력 제어 기술 분야에 대한 기술 제안이 적은 상태이다. 따라서 WRAN 환경에 적합한 전력 제어 기술개발 및 이의 표준 제안이 요구된다.
- 기존 대역 할당 시스템에서의 전력 제어는 송·수신기 사이의 간섭, 거리, 페이딩 등 그 전파 환경을 극복하여 요구되는 BER(Bit Error Rate)을 보장하기 위한 전력을 계산하여 이를 해당 유저에 할당해 주는 방식으로 개발되어 왔다.
- 하지만 Cognitive Radio 기술을 사용하는 모든 송신기는 기존의 전파 환경에 따른 전력 보상뿐만 아니라 허가 사용자(Incumbent User)를 보호하기 위하여 송신 전력에 대한 제한이 있다.
- 따라서 최대 전송전력이 송신기의 지리적 위치, 선택주파수와 허가사용자의 활동 주파수의 차이 등에 따라 정해지게 된다.
- 그러므로 Cognitive Radio시스템의 송신 전력의 제어는 기존 시스템보다 많은 제한 변수들을 고려하여 최적화를 하여야 하고 이를 위해서는 보다 복잡한 최적화 과정을 필요로 하게 된다.
- 현재 기존의 허가 대역을 사용하는 OFDMA/TDD방식에서의 상, 하향 링크에 대한 다수의 송신 전력 제어 방식들이 제안되어 있지만, 이들 방식을 Cognitive Radio시스템에 적용하기 위해서는 기존에 논의되었던 최저 송신전력의 계산뿐 아니라 허가 사용자의 보호를 위한 최대 전송 전력 제한이라는 양쪽의 기준을 모두 만족하여야 하는 방향으로 기술이 개발되어야 한다.

- 기존에 개발된 방식들은 상향링크의 경우는 비교적 간단한 방식이 제안되어 있으나, 보다 큰 전력으로 전송하는 하향링크의 경우에는 단말기의 숫자가 증가할수록 복잡도가 증가되어 최적의 해를 도출하는데 시간이 많이 걸리는 단점을 내포하고 있다.
- 여기에 CR환경에 대한 제한을 추가적으로 고려하게 되면 기존의 방식보다 더 복잡한 방식으로의 설계가 불가피하기 때문에 복잡성을 간소화시키는 방식으로 기술이 개발되어야 한다.

3.3.6. 환경 적응형 채널 코딩 기술

• 국제표준화 전략목표 도출

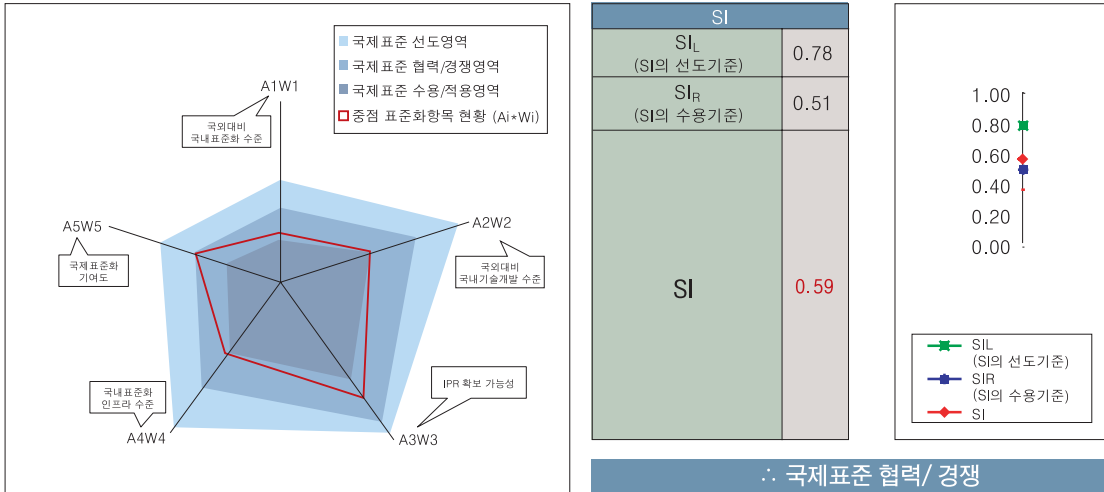


• 세부 전략

- 채널 코딩 기술은 비교적 성숙되어 있는 기술이며, 따라서 새로운 기술이 나오기 어렵다.
- 핵심 코딩 원천 기술들은 외국 특허이며, 이를 활용한 개량 기술, 즉 계산 속도를 높이거나 복잡도를 낮추는 정도의 개량 기술이 나올 수 있다.
- 따라서 채널 코딩 기술은 협력 기술로 적절히 대응하면 될 것으로 판단된다.
- 변조 방식과 함께 부호율은 Cognitive Radio 시스템의 스펙트럼 효율을 결정하는 파라미터로서 채널 상태 및 사용자 요구에 따라 가변 전송될 수 있어야 한다. 일반적으로 프리앰블이나 파일럿, 제어신호와 같은 강력한 내성이 요구되는 정보는 낮은 수준의 부호율(1/2 또는 1/3)을 사용하고, 데이터는 채널 상태에 따라 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8의 부호율이 사용될 수 있어야 한다.
- 채널 부호화 방식은 기존의 잘 알려진 길쌈 부호(convolutional code)나 블록 부호(block code)외에도 연결 부호(concatenated code), 터보 부호(turbo code), LDPC 부호 등이 표준화에 반영되고 있다. 그러나 터보 부호나 LDPC 부호가 길쌈 부호나 블록 부호보다 성능은 매우 우수하나 구현이 복잡해져 칩 사이즈가 커지고 전력소모가 증가하는 점이 문제가 될 수 있으므로 이를 해결할 수 있는 부호기, 복호기를 개발하여 표준화에 반영하는 것이 관건이라고 할 수 있다.

3.3.7. Cognitive algorithm

• 국제표준화 전략 목표 도출

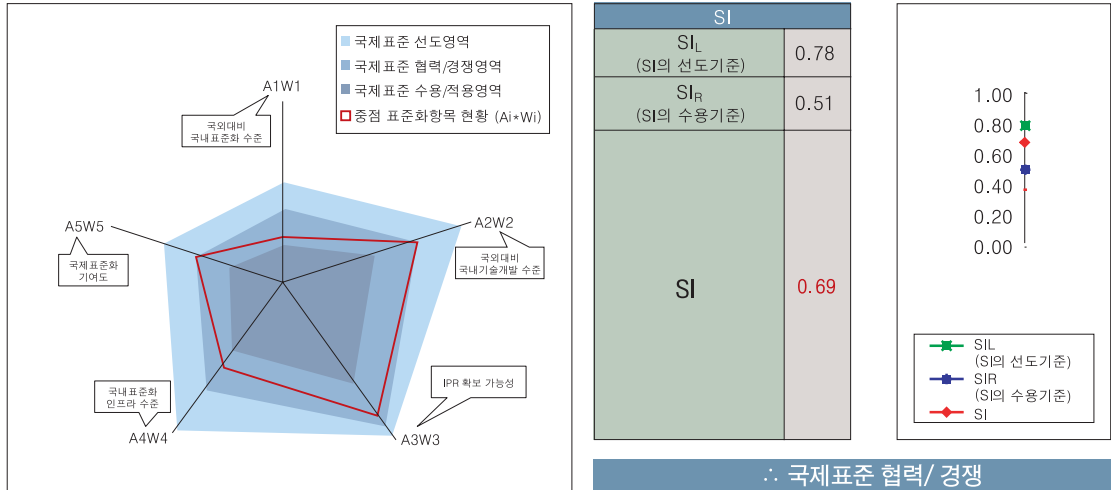


• 세부 전략

- Cognitive algorithm 기술은 표준화항목 선정 조사에서 스펙트럼 센싱 기술에 이어 두 번째로 중요한 기술로 조사되었다.
- 전략 조사에서는 수용에 가까운 협력/경쟁 기술로 조사되었는데, 주요 이유는 국내 기술개발의 부족을 감안한 것으로 판단된다.
- 본 기술은 Cognitive Radio를 위한 가장 핵심적인 기술로서, Cognitive Radio의 구현을 위해 필수적으로 개발하여야 할 기술이므로, 현재에는 선진국에 뒤져 있으나, 기술개발을 촉진하여 선도 기술로 발전시킬 필요가 있다.
- 이를 위해 알고리즘 개발자들의 관심을 Cognitive Radio 쪽으로 유도하여 알고리즘의 주요 응용 분야로 육성할 필요가 있다.
- 대표적인 Cognitive algorithm에는 유전자 알고리즘, 게임이론, 인공신경망, HMM 등이 있는데, 기본적인 알고리즘 활용 방법은 잘 정의되어 있다.
- 따라서 이들 알고리즘을 통신 시스템에 활용하기 위한 입출력 파라미터 정의, 최적화 목표 설정, 목적 함수 도출 및 최적화 방법의 선정 또는 기존 알고리즘 개선이 필요하다.

3.3.8. 채널 관리 기술

• 국제표준화 전략 목표 도출



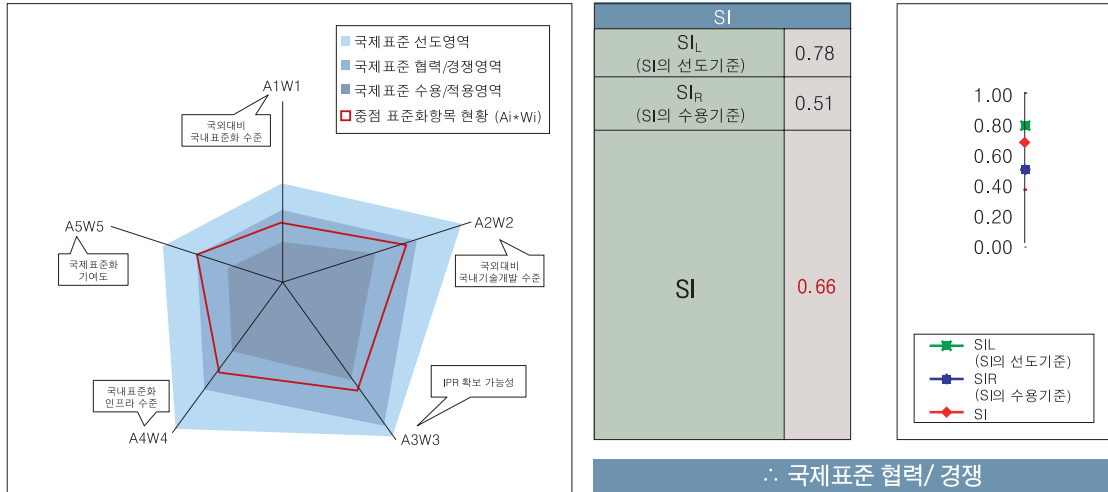
• 세부 전략

- 채널 관리 기술은 간섭 회피로 인해 채널을 빈번히 옮길 필요가 있는 Cognitive Radio에 필수적인 기술이다.
- 채널 관리 기술은 사용 가능한 채널의 집합을 관리하고 주기 또는 비주기적으로 갱신하며 이 채널 집합 정보를 기반으로 최적의 후보채널 군을 관리 유지하여 허가 사용자의 출현 시 채널 전환이 암시적 또는 묵시적으로도 이동 가능하도록 하여야 한다.
- Cognitive Radio 시스템이 동작하는 주파수 대역을 CR 시스템의 사용 가능 여부와 상태 허가 사용자의 활동 여부 등에 따라서 채널을 분류하는데 WRAN 시스템에서는 허가 사용자가 사용하는 점유대역집합, CR 사용자가 특정 시간에 사용하고 있는 활성대역집합, CR사용자가 채널 변환 시 일차적으로 사용할 후보대역집합, 법규 또는 기타 다른 이유로 CR 사용자가 사용할 수 없는 금지대역집합 등으로 분류하여 관리하여야 하며 이에 대한 분류 기준은 정부/허가 사용자 측에서 엄격한 근거를 제시하여야 한다.
- 이들 채널에 대한 각 집합은 각 집합의 특성에 따라 채널관리의 효율성을 위하여 서로 다른 주기로 관리되어야 한다.
- 채널 관리 기술의 핵심 사항 중 1차 후보 채널의 결정에 대해서는 Cognitive algorithm에서 결정되며 이를 MAC계층에 통보하여 MAC계층에서는 PHY계층 변수조정 및 REM을 조정하는 방향으로 기술개발이 진행될 것이다.
- 후보 채널의 결정은 기지국에서 결정되며 이를 단말기에 전송하는데 슈퍼프레임(Super frame)이내의 짧은 주기로 갱신이 요구되는데, 이는 기지국/단말기의 후보 채널의 상황이 슈퍼프레임 범위 내에서 빠른 주기로 변동하기 때문이다.

- 활성대역에 대한 정보는 보통 단말기가 기지국에 처음 접속할 때 기지국 내 또는 인접 기지국의 활성대역 (사용하는 주파수)의 정보를 수신하여야 하므로 DCD(Downlink Channel Descriptor)를 통하여 정보를 수신하며 매 DCD주기마다 이를 갱신한다.
- 기타 다른 집합에 대해서는 대역 정보가 변동될 때마다 특정 대역 점유 메시지(Channel Occupancy Message)를 통하여 갱신하도록 한다.
- 보다 효율적인 채널 정보의 갱신을 위한 효과적인 방식의 개발이 진행되어야 한다.
- 국내에서도 이와 같은 채널 관리기술의 중요성을 인식하여 관련 기술을 개발하고 있으며, 이의 결과로 국제 표준 선도에 근접한 수준이다.
- 따라서 현재의 기초를 유지하고 기술개발을 가속화하면 국제표준 선도 기술로 진입시킬 수 있을 것으로 판단된다.

3.3.9. PHY 계층 제어 기술

• 국제표준화 전략 목표 도출

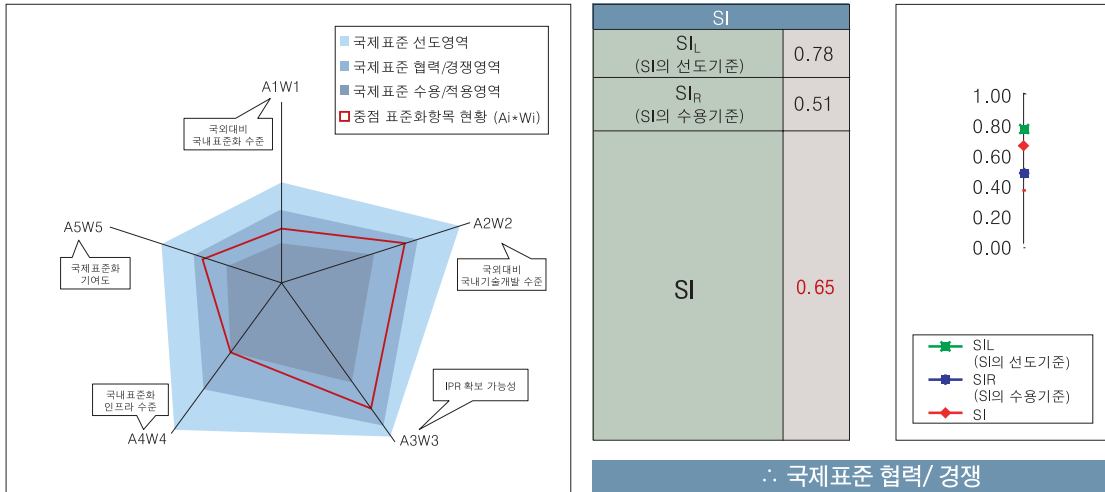


• 세부 전략

- PHY계층 제어 기술은 지능적인 Cognitive Radio 기능을 수행하기 위한 PHY계층과 MAC 계층간의 Interface를 제공하는 기술로서, Cognitive Radio 시스템의 효율성 및 안정성을 제공하는 데 필수적인 기술이다.
- 전략 조사에서는 협력/경쟁 기술로 조사되었으며 이는 MAC계층의 기능들이 아직 명확히 정의가 안 된 상태이기 때문으로 판단되며, 추후 MAC계층의 완성도에 따라서 국제표준 반영 가능성이 높은 것으로 판단된다.
- 따라서 현재의 기술개발을 지속한다면 국제표준 선도 기술로 진입시킬 수 있을 것으로 판단된다.

3.3.10. 랑데부 기술

• 국제표준화 전략 목표 도출

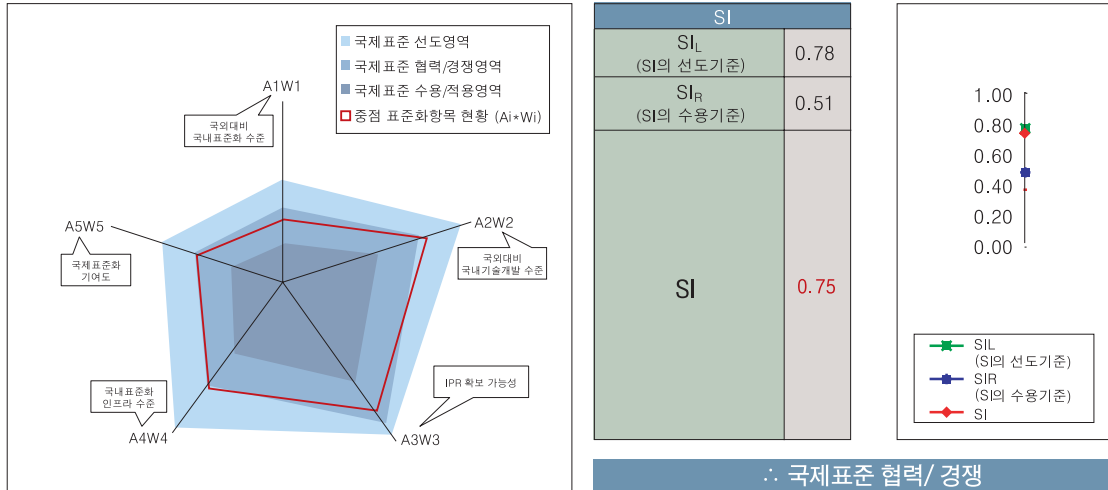


• 세부 전략

- 랑데부 기술은 Cognitive Radio 환경에서 사용 채널의 허가 사용자(Incumbent User)의 출현 또는 채널의 열화 등으로 인한 사용채널의 단절과 새로운 채널에서의 통신 링크를 재설정하는 기술로서 Cognitive Radio 시스템에서의 가장 기본적으로 제공되어야 하는 기술 중 한가지이다.
- CR사용자 입장에서의 데이터 전송에 영향이 없는 최소 채널 전환 시간과 허가사용자 입장에서의 최대 채널 응답 시간 즉 허가사용자가 최대로 CR사용자의 채널 이동시간을 기다려줄 수 있는 시간 등에 대한 정확한 설계기준이 허가사용자측에서 분석, 제시되어야 한다.
- 채널 전환을 위해서 기지국과 단말기 사이에는 MAC계층의 채널 전달 메시지의 수신 여부와 메시지의 경로에 따라 암시적/묵시적/대역외(Out-band) 신호전달 방식이 있으며 상호 보완적인 관계이므로 이들을 전체적으로 운용하는 방식으로 기술개발이 이루어져야 한다.
- FDD/TDD 방식에 따라 다양한 허가 사용자 출현 시나리오가 존재하므로 각 시나리오별 허가 사용자 보호 조건을 만족하는 채널 전환 절차의 설계가 이루어져야 한다.
- 허가 사용자의 출현으로 인한 링크 단절로 더 이상의 MAC 제어 메시지 전송이 이루어지지 않는 최악의 상황에서 채널을 전환하기 위해 상향 링크 프레임 내에 Ranging 슬롯과 유사한 긴급 전송 슬롯이 확보되어야 하며 이를 통해 허가 사용자의 출현을 추가적으로 보고 할 수 있게 하여야 한다.
- 채널 전환 절차는 서비스의 단절을 내포하므로 QoS의 유지에 대한 명확한 설계기준이 분석되어야 한다.
- 전략 조사에서는 협력/경쟁 기술로 조사되었으며 현재 WRAN 에서는 국내 기술이 반영되고 있는 등 랑데부 방식에 따라 국내외 기술이 첨예하게 경쟁하는 단계이다.
- 따라서 현재의 기조를 유지, 지속한다면 국제표준 선도 기술로 진입 가능성이 크다고 사료된다.

3.3.11. 통신 프로토콜 기술

• 국제표준화 전략 목표 도출

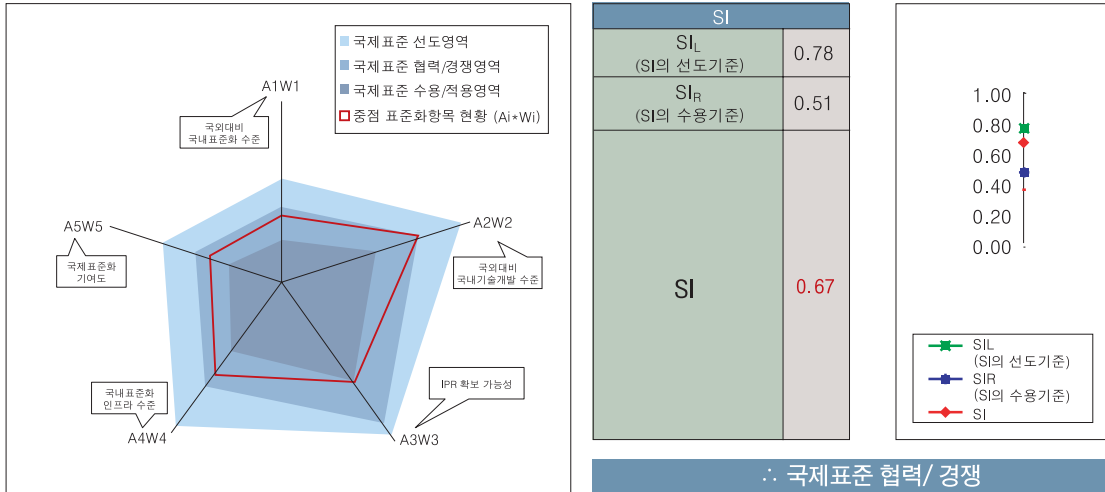


• 세부 전략

- 통신 프로토콜 기술은 Cognitive Radio 기능을 전체적으로 관리 운용하는 절차들의 집합기술로 Cognitive Radio 성능 및 성공 가능성을 결정하는 핵심기술이다.
- PHY계층에서 전송된 데이터들을 상위 계층으로의 전송 및 상위 계층에서 전송된 데이터들을 PHY계층으로 전송시키는 데이터 송·수신 기능을 위한 데이터 전송 기능을 지원한다.
- PHY계층의 각종 변수들을 제어하여 시스템의 안정성을 확보함과 동시에 최적의 데이터 전송 속도를 보장한다.
- REM(Radio Environment Map)을 활용한 Cognitive algorithm 수행을 효과적으로 관리하는 방법이 개발되어야 한다.
- 채널 전환 절차 및 채널 목록 관리 등의 보조 기능을 수행하기 위한 전체적인 제어 메시지들의 송·수신 절차가 개발되어야 한다.
- 초기 접속시 해당 기지국 및 단말기의 정보 갱신, 인증 절차 및 적절한 서비스의 수행을 위한 초기 접속 절차가 개발되어야 한다.
- CR 사용자가 지원 받게 되는 각종 서비스에 대한 CoS(Class of Services), QoS에 대한 정의 및 이의 관리 방법이 개발되어야 한다.
- 전략 조사에서는 협력/경쟁 기술로 조사되었으나 선도 기술에 매우 근접한 기술이며 현재 WRAN에서는 국내 기술이 상당 부분 반영되고 있는 상황이다. 따라서 추후 국제표준에서 선도 기술로서 가능성이 크게 고려되고 있다.
- 현재의 기술개발 기초를 유지, 지속한다면 국제표준 선도 기술로 진입 가능성이 크다고 판단된다.

3.3.12. 기지국 연동 기술

• 국제표준화 전략 목표 도출



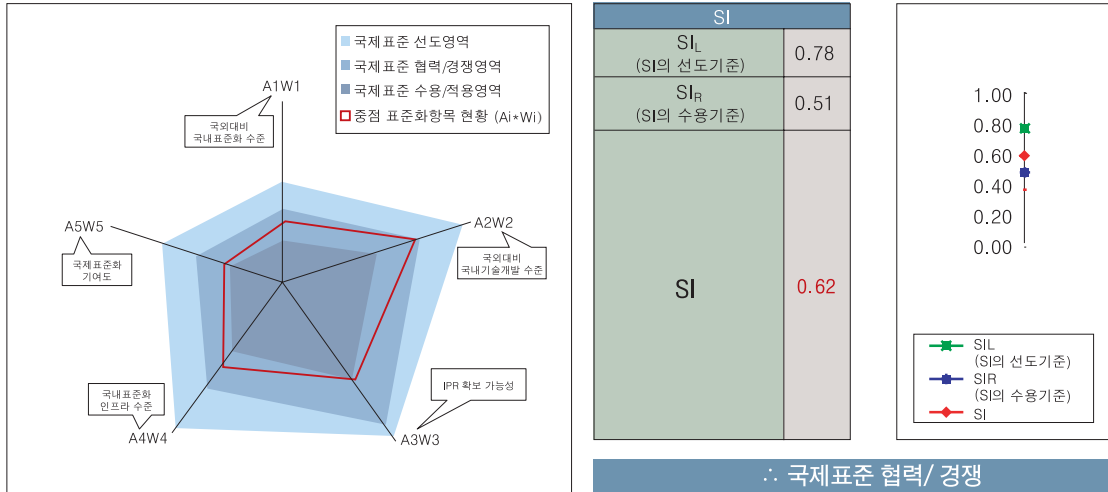
• 세부 전략

- 기지국 연동기술은 Cognitive Radio 기능을 가능하게 하기위한 각 기지국 내의 채널 상태 및 이에 대한 관리정보의 상호교환 및 운용에 대한 기술로 Cognitive Radio기능의 근간을 이루는 핵심기술이다.
- 기지국간의 상호 정보교환을 통하여 CR시스템간의 공존(Coexistence)문제에 대한 해결책을 제시하여야 한다.
- 기지국 상호간의 정보교환을 위해서는 무선 구간을 사용하는 방식과 유선구간(Backhaul)을 사용하는 방식이 각각 고려되어야 하며 이들 두 방식은 상호 보완적 관계로 규정된다.
- 무선 구간을 사용하는 방식은 CR 프로토콜 내에서 동작하므로 다른 상위 계층을 사용하지 않고 자체적으로 기지국 상호간의 정보를 교환하여 동작 시간이 빠르고 제어정보의 우선순위 관리에 장점이 있는 반면에 비교적 복잡한 프로토콜 설계가 요구된다.
- 무선 구간 방식은 기지국에서 전송되는 방송메시지(Beacon)에 의해 셀 내의 모든 단말기에 전달되며 셀 경계에 있는 단말기가 인접 기지국에 이 방송메시지를 중계하는 형태이므로 셀 설계에 있어 인접 셀과 셀이 중첩되는 방식으로 설계되어야 한다.
- 무선 구간 방식은 방송메시지에 대한 전송 및 응답 프로토콜이 별도로 설계 되어야 한다.
- 무선 구간 방식의 중첩 셀 설계에 따른 단말기의 안테나 패턴이 적절히 설계되어야 한다.
- 전송 프레임구조상 추가적인 방송메시지가 전달되는 슬롯이 정의되어야 한다.
- 유선 구간을 사용하는 방식은 CR프로토콜 설계 시 제어 메시지를 바로 상위 계층으로 전송하기 때문에 비교적 쉽게 기지국간 연동을 구현할 수 있지만 CR프로토콜의 제어 메시지에 대한 우선순위 보장을 상위 계

- 층(IP계층등)에 의존하여야 하며 중단간 지연 시간에 대한 보장이 이루어지지 않는 단점이 있다.
- 유선구간방식은 상위계층 연동에 대한 생존성 및 우선순위 보장에 대한 기준이 제시되어야 한다.
- 전략 조사에서는 협력/경쟁 기술로 조사되었으며, 이는 현재 WRAN 에서 국내외 기술의 반영 여부에 대한 협력/경쟁 관계가 유지되고 있는 상황이 반영된 결과로 판단된다.
- 국내의 이동통신망 개발 및 구축 경험을 살려 이 부분에 대한 국제표준 제안이 요구된다.
- SWOT 분석에서도 지적된 바와 같이 경험 있는 기업의 CR 표준화 참여가 저조한 이유는 국내 서비스 모델의 부재에 따른 것이나, 관련 핵심 IPR의 확보와 이의 국제표준화를 위해 부분적으로라도 국제표준 제안이 필요하다.

3.3.13. 외부망 연동 기술

• 국제표준화 전략 목표 도출

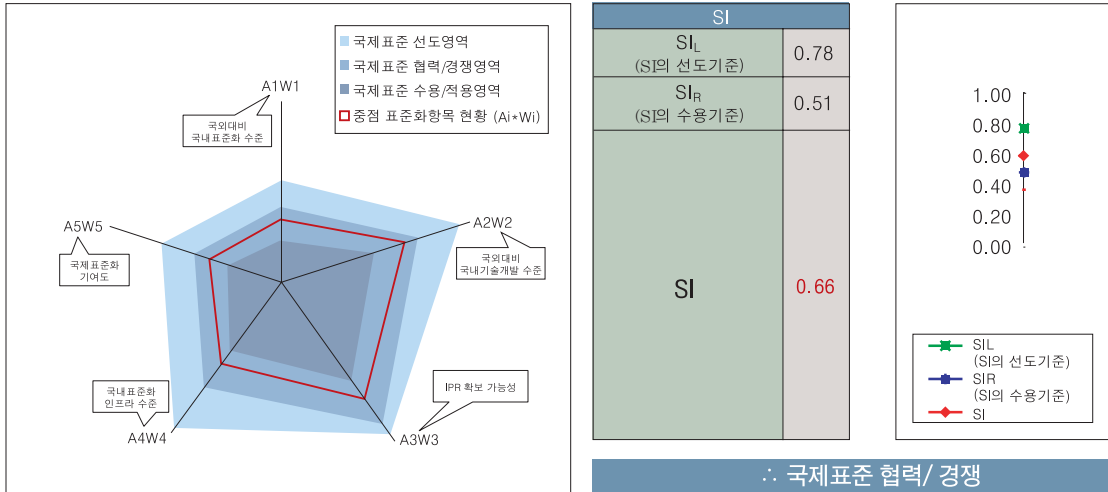


• 세부 전략

- 외부망 연동 기술은 Cognitive Radio 기능을 부여하기 위한 기지국 연동기술의 다른 접근으로 각 기지국 내의 채널관리 기술 및 이에 대한 정보의 상호교환 및 운용에 대해 외부망으로 정보를 교환하는 기술로 외부망과의 Cross layer적인 접근을 해야 하는 기술이다.
- 무선 구간 기지국 연동 기술에 비해 유선 구간으로 정보가 전송되므로 메시지의 생존성과 무선 셀 커버리지 설계에서 자유로울 수 있으나 지연시간 증가에 대비한 제어 방식이 개발되어야 한다.
- LLC-IP-TCP등의 상위 계층과의 우선순위, QoS정보를 포괄적으로 관리할 수 있는 Cross Layer 최적화 기술에 대한 개발이 이루어져야 한다.
- 전략 조사에서는 협력/경쟁 기술로 조사 되었으나 기존 망운용 기술을 보유하고 있다는 것이 반영된 결과로 보이며, WRAN과 같은 CR망에 특화된 연동 기술의 발굴 및 국제표준 제안이 요구된다.
- 외부망 연동 기술은 시스템 성능 보장이 기술개발의 관건이며, 추후 국제표준에서 선도 기술로서 가능성이 있으므로 관련 기관의 참여를 유도할 필요가 있다.

3.3.14. 보안 및 인증 기술

• 국제표준화 전략 목표 도출

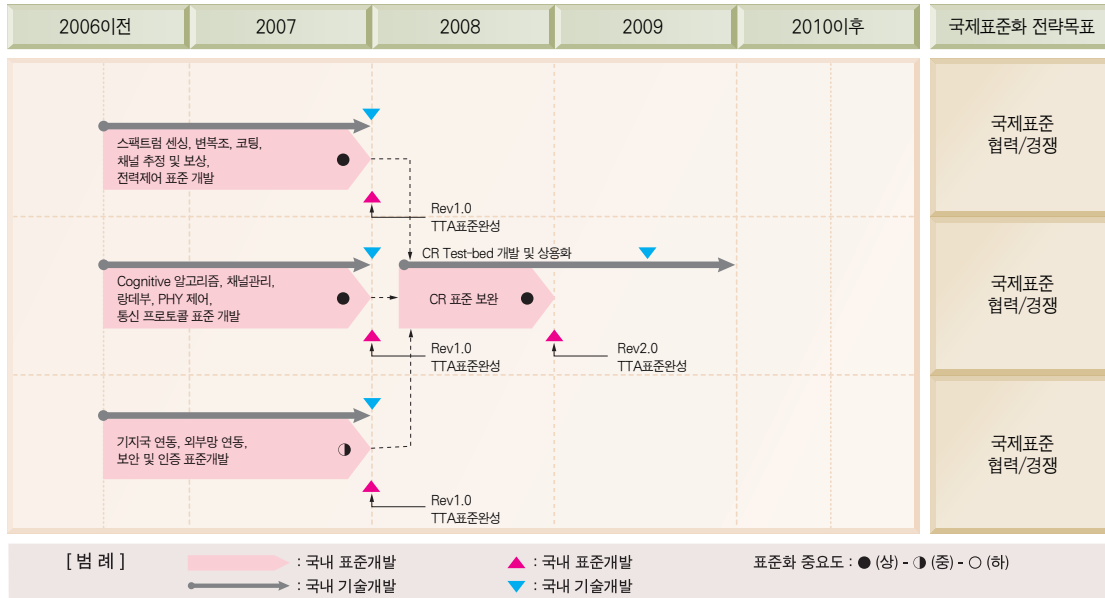


• 세부 전략

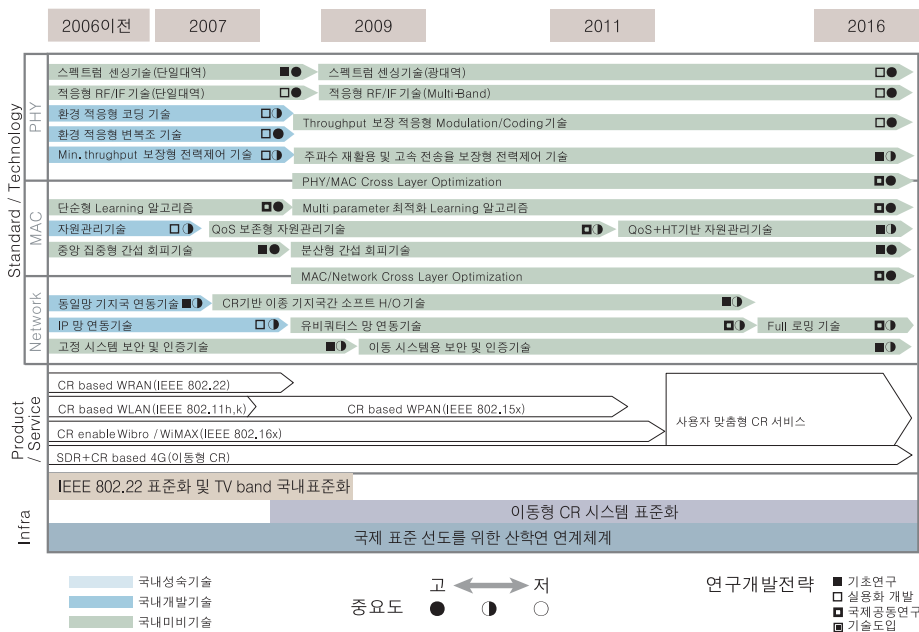
- WRAN의 경우 기지국은 허가 받은 업체가 설치 및 유지를 하게 되어 있으나, 가입자는 비허가 가입자 장치를 구입 사용할 수 있다.
- 따라서 비허가로 손쉽게 구입할 수 있는 가입자 장치의 부정 사용 방지를 위해서는 보안 및 인증 절차가 필수적이다.
- 또한 CR망 특성상 기지국간, 그리고 가입자장치와 기지국간에 네트워크 사용 현황에 대한 정보들이 빈번하게 교환되고, 경합을 통하여 무선 자원을 할당 받을 수 있기 때문에 보안/인증이 무엇보다 중요한 요소이다.
- 전략 조사에서는 협력/경쟁 기술로 조사되었으나 이는 기 확보되어 있는 기존 이동통신망의 보안/인증 기술의 활용을 전제로 한 것으로 판단된다.
- 따라서 기존 보안/인증 기술의 국제표준화 제안을 유도할 필요가 있다.

3.4. 중장기 표준화로드맵

3.4.1. 중기(2007~2009) 표준화로드맵



3.4.2. 장기 표준화 로드맵(10년 기술 예측)



[국내외 관련 표준 대응리스트]

구분	표준명	표준명	기구 (업체)	제정 연도	재개정 현황	국내 관련표준	국내 추진기구
PHY 기술	- 스펙트럼 센싱 - 채널추정 및 보상 기술 - 적응형 변복조 기술 - 전력 제어 기술 - 채널코딩 기술	WRAN PHY/MAC	IEEE	2008.1	초안 작성 중	-	-
MAC 기술	- Cognitive algorithm 기술 - 채널 관리 기술 - PHY 계층 제어 기술 - 라데부 기술 - 통신 프로토콜 기술	WRAN PHY/MAC	IEEE	2008.1	초안 작성 중	-	-
망기술	- 기지국 연동 기술 - 외부망 연동 기술 - 보안 및 인증 기술	WRAN PHY/MAC	IEEE	2008.1	초안 작성 중	-	-

[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.

[약어]

CPE	Customer Premise Equipment
CR	Cognitive Radio
DFS	Dynamic Frequency Selection
FCC	Federal Communications Commission
IETF	Internet Engineering Task Force
MAC	Medium Access Control
NOI	Notice of Inquiry
NPRM	Notice of Proposed Rule Making
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
OMA	Open Mobile Alliance
PHY	PHYsical Layer
SDR	Software Defined Radio
TPC	Transmit Power Control
UHF	Ultra High Frequency
UWB	Ultra Wide Band
VHF	Very High Frequency
W3C	World Wide Web Consortium
WAP	Wireless Application Protocol Forum
WRAN	Wireless Regional Area Network

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, 전덕중, 박종봉, 강부미

IT839 전략 표준화로드맵 Ver.2007 종합보고서2

2006년도 12월 26일 인쇄
2006년도 12월 30일 발행

발 행 소 : 한국정보통신기술협회
발 행 인 : 김 홍 구
발 간 번 호 : TTA-06084-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>

