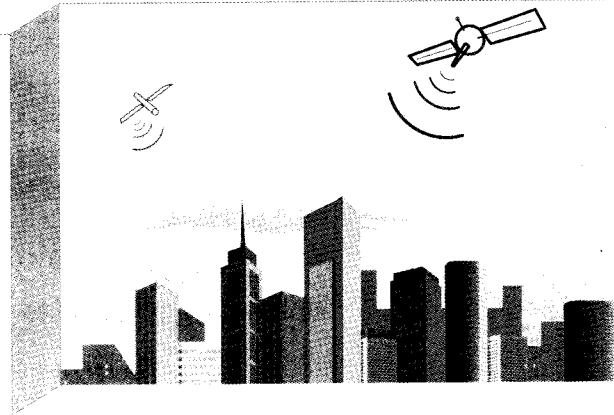


# ITU-R의 CR 기술 표준화 동향

이해영 | 전파연구소 전파자원연구과 자원개발담당



## 1. 머리말

위치, 시간에 따라 사용되고 있지 않은 주파수를 자동으로 검색하고 환경에 따라 가장 적합한 프로토콜 등을 결정, 무선통신을 가능케 할 수 있는 CR(Cognitive Radio, 인지무선) 기술은 주파수의 효율적 사용을 통해 주파수 자원 부족 현상을 해결할 수 있을 것이라는 기대를 받고 있다. 이러한 CR 기술을 이용한 서비스는 전 세계 어느 국가에서도 아직 상용화되지 않은 상태로, IEEE, ECMA(European Computer Manufacturers Association) 등에서는 나름대로의 서비스 모델을 설정하고 CR 기술을 이용한 상용 서비스 구현을 위한 표준화가 진행 중이다. 또한 주파수 스펙트럼과 위성궤도의 이용에 필요한 국제적 절차, 규정을 정하고 관련 기술을 연구하는 ITU-R 내에서도 CR 기술의 표준화를 위한 연구들이 진행되고 있다.

ITU-R 내에서의 CR 표준화는 대역, 데이터 전송속도 등 스펙이 정해진 특정 시스템을 대상으로 하기보다는, 전파를 사용함에 있어 모든 국가가 지켜야 하는 국제 절차와 규정 측면에서 CR 기술 이용에 따라 고려되어야 하는 사항, 기존 무선통신 기술과 접목되어 이용될 수 있는 방안 등을 범위로 한다. 이 때문에

ITU-R 내의 CR 표준화 활동이 실제적이지 않다고 느껴질 수도 있지만, CR 기술을 이용한 시스템, 서비스 등의 주파수 이용은 최종적으로 ITU-R 결정에 영향을 받는다는 차원에서 ITU-R 내의 CR 표준화는 그 의미가 크다. ITU-R 내에서의 CR은 2007년 세계전파통신 회의(WRC(World Radiocommunication Conference, 세계전파통신회의)-07)에서 WRC-11 의제 1.19로 채택된 <SDR/CR 기술 이용을 위한 규제의 필요성>, <육상이동업무 내에서의 CR 기술 이용>, <IMT 시스템에서의 CR 기술 이용>에 관련된 사항이 연구 중에 있다. 이렇듯 규제적인 측면과 기술적인 측면으로 구분되어 이루어지고 있는 ITU-R 내에서의 CR 표준화 활동에 대해 소개를 하고자 한다.

## 2. CR 기술 이용을 위한 규제방안 연구

### 2.1 WRC-11 의제 1.19 채택 배경 및 내용

2007년 11월 스위스 제네바에서 열린 WRC-07에서는 아랍(Arab States)과 유럽(EU)의 기고문을 바탕으로 <SDR/CR 기술 이용을 위한 규제 연구>가 WRC-11 의제 1.19로 채택되었다. 의제 1.19는 ITU-R 결의(Resolution) 956에 부합하여 SDR과 CR 시스템 도입을 위한 규제방안 및

〈표 1〉 WRC-11 의제 1.19

WRC-11 AI 1.19	to consider regulatory measures and their relevance, in order to enable the introduction of software-defined radio and cognitive radio systems, in accordance with Resolution 956(WRC-07)	결의 956 관련, SDR과 CR 도입을 위한 규제방안 및 관련 사항 연구
----------------	---	---

〈표 2〉 WP 1B에서 논의 중인 CR 시스템 정의

Cognitive Radio System(CRS)	A radio system employing technology that allows the system: to obtain knowledge of its operational and geographical environment, established policies and its internal state to dynamically and autonomously adjust its operational parameters and protocols according to its obtained knowledge in order to achieve predefined objectives and to learn from the results obtained	시스템의 운용적, 지역적 환경, 정책, 내부 상태에 대한 정보를 획득하여 해당 정보를 바탕으로 정해진 목적에 따라 운영 파라미터와 프로토콜을 자율적으로 변경가능하며 운영 결과에 따라 학습할 수 있는 시스템
-----------------------------	---	--

관련 사항의 연구를 내용으로 하는데, 결의 956에는 의제 1.19의 연구배경 소개와 함께 WRC-11에서 의제 1.19 연구결과를 바탕으로 적절한 조치사항을 취할 것이라고 명시되고 있다. 이에 따라 관련 연구가 차기 WRC까지 진행된다.

WRC-11 의제 1.19는 전파관리 분야 SGI(Study Group 1) 산하에서 주파수 계획 및 스펙트럼 공유원칙과 기술을 다루는 WP 1B(Working Party 1B)가 담당이지만, 다른 작업반들의 협력을 통해 의제가 연구된다. 의제 1.19에는 CR과 함께 SDR도 연구 범위로 포함하고 있지만, CR, SDR 관련해 다루어지고 있는 내용이 독립적이므로 CR 연구내용에 중점을 두겠다.

**2.2 WP1B의 WRC-11 의제 1.19 연구활동**

2008년 6월 제네바에서 열린 WP 1B 1차 미팅에서는 WRC-11 의제 1.19에 대한 연구계획 수립 및 WRC 의제의 결과보고서라고 할 수 있는 CPM(Conference Preparatory Meeting, WRC 준비회의) 보고서 구조가 작성되었다. WP 1B의 2차 미팅은 2009년 2월 서울에서 개최되었으며 CR 시스템의 정의가 다음과 같이 개발되었고 정의는 전파규칙(RR(Radio Regulations))에 포함하지 않고 ITU-R 권고나 보고서에 포함하는 것으로 합의를 이루었다.

CPM 보고서에는 의제 연구배경 및 CRS 정의를 포함하도록 했고, CR 규제방안에 대한 내용은 아직 기술되지 않았다. 의제 1.19 관련하여 WP 1B는 연락문서(Liaison Statement)를 통해 다른 작업반과 의견을 교환하고 있는데, 다른 작업반은 시간, 지역에 따라 주파수를 가변하여 동작할 수 있는 CR 기술의 특징 관련, CR 시스템으로부터 발생할 수 있는 유해한 간섭에 대한 기존 업무 시스템으로의 피해에 대한 우려를 보이기도 했다. 이와 관련해 WP 1B는 CR은 어느 업무에나 적용될 수 있는 하나의 기술로, CR 기술을 이용한 시스템은 운용대역에 대해 전파규칙에서 명시한 규정들을 모두 준용하며 운영되어야 할 것이라고 동의를 이루었다. 전파규칙 규정의 준용은, CR 시스템이 보호받아야 시스템들에 대해 유해간섭을 일으키지 않을 것이라는 점을 확인했다는 의미를 갖는다. 또한 CR이 어느 업무(service)에나 적용될 수 있는 하나의 기술이라고 명시한 것은 곧 CR과 SDR을 위한 별도의 국제 주파수 분배는 이루어지지 않을 것이라는 데에 암묵적인 동의를 이룬 것이라고 이해될 수 있다. ITU-R에서 이루어지는 국제 주파수 분배는 업무만을 대상으로 이루어지기 때문이다.

WP 1B는 규제를 중점적으로 다루는 작업반으로 CR 규제 연구에 있어 필요한 CR 기술에 관한 사항과 관련

하여 기술을 다루는 다른 연구반과의 협력이 필수적으로 요구된다. 2차 미팅에서는 WP 1B는 CR 규제사항 연구 관련, 각 작업반 업무범위에서의 CR 기술 이용 사례와 미래 사용계획에 대한 정보가 필요할 것이라고 논의하고, 다른 작업반에 해당 정보를 요청하는 연락문서를 보냈다.

WRC-11 의제 1.19 연구를 통한 CR 기술 이용과 관련한 규제방안은 일정상 2010년 말에는 정리가 될 것으로 예상되며 2009년 9월 16일에 스위스 제네바에서 차기 미팅이 계획되어 있다. 차기 미팅에서는 각국 기고문과 SDR, CR 이용사례 또는 계획에 대한 다른 작업반의 연락문서를 바탕으로 CR 규제측면에 관한 논의가 계속 진행될 예정이다.

### 3. ITU-R 내의 CR 기술 이용 연구

ITU-R에서의 이동통신업무는 IMT 시스템과 그 외의 육상이동업무로 구분되고 IMT 시스템은 SG 5 산하의 WP 5D, 그 외의 육상이동업무는 WP 5A에서 각각 담당하고 있다. 이에 따라 이동통신에서의 CR 연구도 IMT 부문과 그 외의 부문으로 나뉘어 진행되고 있다. WP 5A에서의 IMT 외의 육상이동업무에서의 CR 적용을 위한 연구가 2006년 3월부터 시작되어 보고서<sup>(ITU-R Report)</sup> 작업이 진행 중이고, WP 5D에서는 IMT 시스템에서의 CR 기술 이용 연구가 올해 2월에 연구 필요성이 인식되어 연구범위를 확정하는 등 연구 초기단계에 있다.

#### 3.1 IMT 시스템에서의 CR 기술

다양한 형태의 응용, 콘텐츠가 여러 규격의 이종 복합 네트워크로 전달될 수 있는 IMT 시스템을 고려해보면, CR 기술이 IMT 시스템에 적용되면 복잡한 네트워크 접속에서 유연성이 부과되고 이용할 수 있는 무선

접속방식 중 최적의 방식으로 통신하게 함으로써 전체 성능 향상의 효과도 있지 않을까 하는 기대를 하게 한다. 이와 같은 CR 기술을 이용한 IMT 시스템 효율성 향상에 대한 기대를 배경으로 2009년도 2월 WP 5D 4차 회의에서 독일은 IMT 시스템을 위한 CR 기술 연구의 필요성에 대한 기고서를 제출했다. WP 5D에서는 이러한 CR 연구의 필요성에 동의하고 다음 사항을 (IMT 시스템을 위한 CR 기술 연구)의 연구범위로 결정했다.

- 다른 작업반에서 기 진행된 CR 연구에서 IMT 시스템으로의 CR 기술적용에 있어 고려가 필요한 사항 분석
- IMT 시스템으로의 CR 적용에 있어 CR과 관련한 IMT 고유의 이슈 파악
- IMT 시스템으로의 CR 기술 적용에 대한 이점 및 영향 분석
- IMT 시스템에 CR을 이용, 스펙트럼 향상을 기대할 수 있는 CR 기술 적용 시나리오
- 위의 시나리오를 기초로, 시뮬레이션, 측정을 통한 IMT 시스템에서의 CR 적용가능성 결정

2009년 6월에 열린 WP 5D 5차 회의에서는 연구를 진행하기 위한 방법론에 대해 주로 논의되었고, 10월 독일에서 열리는 차기 회의에서 본격적인 IMT 시스템에서의 CR 기술이 논의될 것으로 예상된다.

#### 3.2 IMT 시스템을 제외한 육상이동업무를 위한

##### CR기술

IMT 시스템을 제외한 육상이동업무를 다루는 WP 5A에서의 CR 기술 표준화 노력은 WP 5D에서보다 먼저, 2006년 3월에 시작되었다. 이동통신 시스템의 빠른 발전에 따라 스펙트럼의 효율적 사용의 중요성이 부

각되며, CR 기술 이용으로부터의 효과에 대한 기대 속에 2006년 3월 WP 8A<sup>1)</sup> 18차 회의에서 캐나다는 육상 이동업무를 위한 CR 시스템을 주제로 하는 연구과제(Question) 제정을 제안했고, 그 후 수정을 통해 연구과제(241-1/5)로 채택되었다. 연구과제에 명시되어 있는 연구주제는 다음과 같다.

- CR 시스템 정의와 smart radio, reconfigurable radio, policy-defined adaptive radio 및 그와 관련된 control mechanism 등 CR 관련 기술과 CR 기술과의 관련성
- CR 시스템 구현에 있어 중요한 기술적 특성, 요구사항, 성능 및 이점
- CR 시스템의 응용 및 스펙트럼 관리에 미치는 영향
- 보안, 인증 등 CR 시스템의 운용상 고려해야 하는 사항
- 기존 시스템과의 공존을 가능하게 할 수 있는 cognitive capabilities
- CR 시스템이 스펙트럼의 효율적인 사용에 기여할 수 있는 방법

WP 8A에서는 연구과제의 연구결과물로서 보고서(Report)를 작성하기로 합의하고 2007년 9월 20차 회의에서 목차를 마련하고 2008년 2월 WP 5A 1차 회의, 10월 2차 회의, 2009년 5월 3차 회의를 거쳐 보완 작성 중에 있다.

2차 회의에서는 CR 기술연구에 앞서 CR 시스템에 대한 공동의 이해를 위하여 정의 개발이 필요하다고 동의되었고, 이를 위하여 CR 시스템 정의에 반드시 명시되어야 할 CR 시스템 필수요건으로 다음의 3가지 항목이 선별되었다.

목이 선별되었다.

- 주변 환경에 대한 정보 습득(Awareness)
- 동적이고 자율적인 시스템 적응(Adjustment)
- 이전 동작결과를 바탕으로 한 학습 능력(Learning)

CR 시스템 정의는 대다수가 오해 없이 이해하기 쉽도록 상세하게 기술할 필요가 있다는 의견에 따라 정의에서 각 요건을 자세히 설명하였다. 결국 정의작업을 통하여 CR 시스템은 주변 환경과 정해진 정책에 대한 정보를 얻고, 사용패턴과 사용자 요구조건을 모니터링 하며 얻어진 정보를 바탕으로 미리 정해진 목적 달성을 위해 동적이고 자율적으로 시스템 동작 파라미터와 프로토콜을 변경하며, 동작 결과를 학습하여 시스템 성능을 향상시킬 수 있는 무선 시스템으로 기술되었다.

연구에 앞서 연구대상에 대한 공동의 이해를 확립하는 취도로 시작된 CR 시스템 정의 작업은 각국 입장에서 중요하다고 판단되는 CR 요소기술에 관한 부분을 강조하여 정의에 포함시키려는 의도에 따라, 의견 조율에 어려움이 있었다. 캐나다의 경우, CR 시스템의 주변환경 정보 습득을 '감지(sensing)'으로 표현해서 CR 시스템의 주변환경 인지방법으로 스펙트럼 센싱을 강조하고자 했고, 우리나라, 유럽 등은 스펙트럼 센싱 외에도 데이터베이스 접근, 파일럿 채널 전송 등 다양한 방법들이 주변정보 습득을 위해 CR 시스템 구현에 이용될 수 있으므로 캐나다 의견에 반대했다. 특히 유럽의 경우, 파일럿 채널을 이용하여 주변 정보를 전송하는 CPC(Cognition supporting Pilot Channel) 개념을 연구 중으로, CPC가 CR 시스템 구성을 위한 비중있는 기술로 다루어지

1) 2007년 전파통신총회(RA-07)에서 결정된 M-U-R 연구조직 개편에 따라, 기존 SG 8(이동업무)과 SG 9(고정업무)를 통합하여 SG 8(지상업무)를 구성함에 따라 WP 8A는 WP 5A로, WP 8F는 WP 5D로 변경됨

도록 하려는 의도로 강한 반대의견을 표명하기도 했다. 이 외에 일본은 CR 시스템은 기존 시스템과 비교해 스펙트럼 자원을 관리하는 RRM(Resource Management Entity) 등 제어 개체(control entity)의 역할이 강조된다고 정의를 포함될 것을 주장하기도 하였다.

보고서에는 정의 외에 CR 시스템의 특징, 관련 기술, 응용 애플리케이션 등에 자세히 기술될 예정으로 특히 현재 작업버전에는 일본, 유럽, SDR Forum, IEEE의 CR 연구내용이 부록(annex)으로 포함되어 있다. 일본은 총무성(MIC(Ministry of Internal Affairs and Communications))주도로 2005년부터 NICT, KDDI, Hitachi 등 5개 사가 참여, 진행 중인 CR 연구개발 프로젝트 내용들을 소개했으며, 유럽은 CPC의 개념, 특징 및 동작 절차, 운영 예제 등과 함께 E<sup>2</sup>R(End-to-End Reconfigurability)와 E<sup>3</sup>(End-to-End Efficiency) 프로젝트 관련한 내용을 소개했다. 이들의 내용을 살펴보면, CR 기술 적용과 관련하여 먼저 대역 내에서 사용되고 있지 않은 대역, 즉 white space 활용에 중점을 두기보다는 기존에 존재하는 이중 무선망의 상호 연동에 더 중점을 두고 진행 중이라는 사실을 알 수 있다. 보고서 부록에 포함된 CR 연구개발 활동 관련 부분이 현재 분량도 많고 일관성있게 정리될 필요도 있다는 의견에 따라 2009년 5월 3차 회의에서는 이들 보고서 부록 내용을 본문의 요소기술 등 적당한 부분을 찾아 포함하기로 합의해, 보고서 최종본에는 CR 연구개발 활동에 대한 부록은 포함되지 않을 예정이다.

2009년 5월 3차 회의에서는 CR 이용을 위한 규제방안 연구 관련, WP 1B로부터 연락문서를 통해 요청된 정보 관련, CR 시스템의 배치 시나리오가 다음과 같이 논의되었다.

- 하나 이상의 망을 보유한 사업자가 관리하는 망 내에서 주파수를 공유하는 모델

- 사업자 간 합의, 협상 등을 통해 주파수 자원을 공유하는 모델
- 사업자 간 별도의 사전 협의 없이 오픈 대역 등을 공유하는 모델
- 이중 무선망 환경에서 재구성 가능한 단말을 사용하는 모델
- public network와 private network 사이의 collaboration을 위한 모델

또한 WP 1B에서 요청한 이동업무 내에서 CR 시스템을 이용함에 있어서 필요할 것으로 기대되는 규제 사항에 대한 의견으로, 노키아의 경우 CR 시스템 구현을 위해 CR 시스템용 주파수가 업무 내 대역에서 지정(identification)이 필요하고, 만약 업무 내 대역에서 적정한 주파수가 없는 경우 새로운 대역 분배(allocation)도 검토해 볼 수 있다는 의견을 기고서로 제출해 피력했으나 대다수의 반대 의견에 따라 주장이 받아들여지지 않았다.

2008년 10월 2차 회의에 이어 2009년 5월 3차 회의에서도 CR 기술에 관련한 많은 양의 기고서가 제출되었지만, 시간이 부족해 작업 중인 보고서에 우선 포함시키도록 하고 차기 회의에서 검토할 수 있도록 조정되었다. WP 5A에서 진행 중인 보고서는 당초 WRC-11 이전에 완료될 수 있도록 2010년 초에 초안을 완성하자는 일정이었으나 보고서의 현재 완성도를 고려해보면 이러한 일정에는 연기가 필요할 것으로 보여진다. 차기 회의는 2009년 11월 23일부터 스위스 제네바에서 개최될 예정으로, 이전 회의에서 다루어지지 못해 넘겨진 내용과 새로 제출된 기고문 검토를 통해 본격적으로 CR 시스템의 기술에 대한 논의가 진행될 것으로 기대된다.

#### 4. 맺음말

CR 기술은 동적 스펙트럼 이용을 통해 주파수 부족 현상을 해결할 수 있고 무선통신 시스템 성능 향상에도 기여할 수 있다는 기대 속에서 많은 연구가 진행되고 있다. CR 기술의 WRC 의제 채택은 그만큼 ITU-R 내에서 CR 기술에 대해 상당한 관심이 있음을 보여주는 것이다. ITU-R 내에서의 CR 연구는 앞에서 살펴본 것처럼 규제적 측면과 이동통신업무로의 CR 기술 적용 측면에서 이루어지고 있다. 규제측면에서 CR 기술은 어느 시스템이나 이용될 수 있는 기술로 업무(service)를 대상으로 하는 국제 주파수 분배 대상이 아니며 CR 기술과 관련한 전파규칙의 수정은 필요하지 않을 것이라는 의견이 대체로 CR 시스템용 국제 주파수 분배나 전파규칙 내 별도 규정 신설은 이루어지지 않을 것으로 보인다. 하지만 이와 관련하여 ITU-R 내에서 논의되고 있는 CR 기술이 스펙트럼 관리에 미치는 영향 등은 CR 기술 이용에 따라 국가적인 차원의 필요 규제 사항 마련에는 참고가 될 것을 보인다. CR 기술 이용 측면에서는 CR 기술을 이용한 상용 서비스가 등장하지 않은 상황에서 ITU-R 내 이동업무 부문에서 CR 연구를 가장 처음으로 시작했다는 점을 고려하면, CR 기술 이용에 따른 이점들을 이동통신업무가 가장 효과적으로 보여줄 수 있지 않을까 하는 기대가 들기도 한다. ITU-R의 표준화는 국제 주파수 분배와 관련된 사항을 그 대상으로 하기 때문에 세부적인 요구조건의 서비스

를 대상으로 하는 IEEE 등의 표준과 비교했을 때 다소 개념적이고 덜 실제적이라고 느껴질 수도 있다. 그러나 일부 회원사의 참여가 아닌 전 세계 국가가 참여할 수 있고, 만장일치를 원칙으로 표준을 결정한다는 데 있어 그 영향력이 대단하다고 할 수 있겠다. ITU-R에서 결정된 표준은 관련 기술이 없는 국가에서가 수용하도록 하는 데 어려움이 비교적 적다는 점을 고려하면, 개발한 기술의 ITU-R을 통한 표준화는 분명 기술 홍보를 위한 효과적인 방법이 될 수 있다. 이런 점을 감안해, 우리나라도 다양한 회사, 연구소 내에서 CR 분야에 대한 ITU-R 표준화 연구에 좀 더 적극적으로 참여해 활동할 필요가 있겠다.

#### [참고자료]

- [1] ITU-R World Radiocommunication Conference Provisional Final Acts
- [2] ITU-R Document 1B/88 (Chairman's Report of the 2nd meeting of Working Party 1B)
- [3] ITU-R Document 5D/413 Chapter 4 (Meeting Report of Working Group General Aspects)
- [4] ITU-R Document 5A/305N11 Working Document Towards a Preliminary Draft New Report (Cognitive radio systems in the land mobile service) **TTA**