

SDR (Software Defined Radio)

- FCC의 NOI(Notice of Inquiry)에 대한 SDR 포럼 의견서를 중심으로 -



이서영

한국전자통신연구원 무선방송기술연구소
IMT-2000개발본부 광대역패킷통신연구팀장



김재명

한국전자통신연구원 무선방송기술연구소 소장

요 약

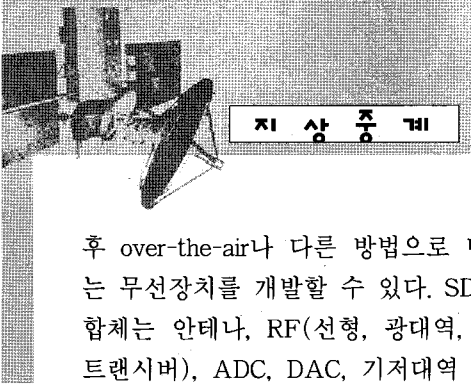
본 고에서는 지난 3월 FCC가 발표한 NOI(Notice of Inquiry)에 대한 SDR포럼 의견을 분석·정리하였다. 지면 관계상 전체 27개의 질문 가운데 SDR기술 현황에 관한 5가지의 질문에 대한 SDR포럼 의견을 분석하였다. 아울러 지난 9월 파리에서 열린 제20회 SDR 포럼 회의결과에 대해서도 간단히 언급하였다.

I. 개요

SDR(Software Defined Radio)는 여러 세대의 이동통신시스템, 무선방송 및 통신시스템이 존재하는 다양한 통신환경에서 소프트웨어 업그레이드로 무선장치 및 서비스를 제공할 수 있는 효율적인 해결방안으로 대두되고 있다. 사용자에게는 개인화된 서비스를, 시스템 운영자에게는 미리 검증된 네트워크를, 제조업체에게는 하나의 플랫폼으로 대량의 맞춤형 시장을, 그리고 사업자에게는 무선접속에 종속되지 않는 전국적이면서도 글로벌한 네트워크를 구축할 수 있게 해 준다 [1].

1. SDR 정의

SDR은 수신 신호의 디지털화 (digitizing)이 안테나로부터 임의의 단(IF단)에서 이루어지며 모든 기능들이 소프트웨어-프로그래머블, 하드웨어-재구성가능한 프로세서 엘리먼트 (DSP 칩, 마이크로프로세서 칩, FPGA, 다른 프로그래머블 신호처리 장치 혹은 systems-on-a-chip)에서 소프트웨어에 의해 실현되는 무선으로 정의된다 [2]. SDR은 무선제품 및 서비스에서 유연성을 획기적으로 가능케 하는 구현기술의 집합체라고 할 수 있다. SDR은 무선 인터넷 환경에서 사용자에게 다양한 서비스를 제공해주는 역할을 한다 [1]. SDR은 제조업체가 재구성 가능한 무선 네트워크 및 핸드 셋을 개발할 수 있도록 하게 하는 하드웨어와 소프트웨어의 결합체이다. 다시 말해, 적절한 하드웨어와 소프트웨어를 결합하여 제조업체는 제품제작 및 판매



후 over-the-air나 다른 방법으로 변경될 수 있는 무선장치를 개발할 수 있다. SDR 기술의 결합체는 안테나, RF(선형, 광대역, 다중 반송파 트랜시버), ADC, DAC, 기저대역 모델, 모듈화된 소프트웨어(RF, 기저대역, 응용, 서비스 및 네트워크 기능들의 정의, 접속 및 제어를 위한 모듈러 소프트웨어 구조) 등을 포함한다. 또한 SDR 장비는 <그림 1>과 같이 여러 가지 모듈을 연결하는 고속 디지털통신 버스구조를 요구하고 있다. SDR포럼은 다운로드 프로토콜, APIs(application program interfaces), 메세징 및 capability 교환, 규제문제 등에 초점을 맞추고 있다.

Cognitive radio는 무선관련 문헌에서 SDR과 함께 나오는 용어로 프로토콜 에디킷, 전파 전파, 네트워크, 사용자 요구, 응용, 무선장치 및 소프트웨어 모듈 등과 같은 파라미터를 포함하는 무선환경에 관한 지능을 수용한 SDR의 확장으로 고려된다 [3].

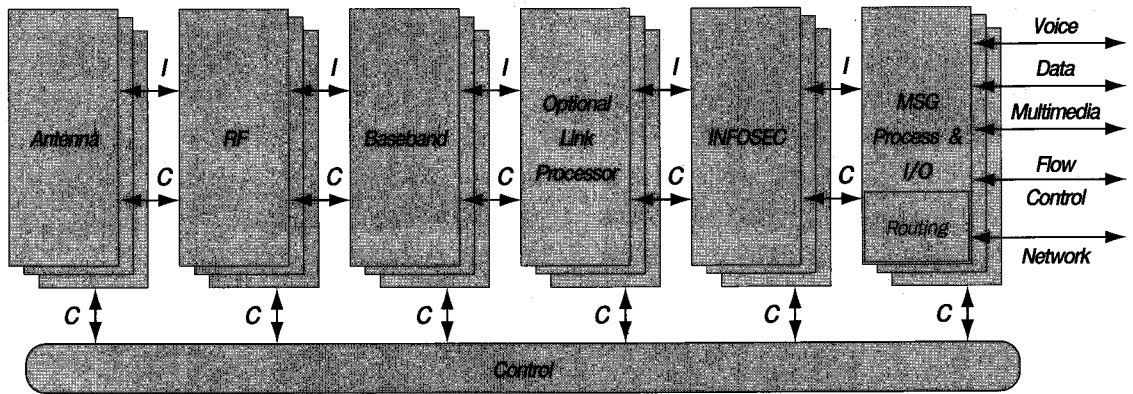
- 밴드, 모드, 기능 및 특징을 정의할 수 있는 모듈러 소프트웨어 구조
- 사용자, 서비스 제공자, 혹은 자동으로 변경될 수 있는 특징과 기능

2. SDR 로드맵

다음장 <그림 2>는 이동통신 시스템의 발전에 따른 SDR 기술의 역할에 대한 로드맵을 보여주고 있다.

3. SDR 포럼

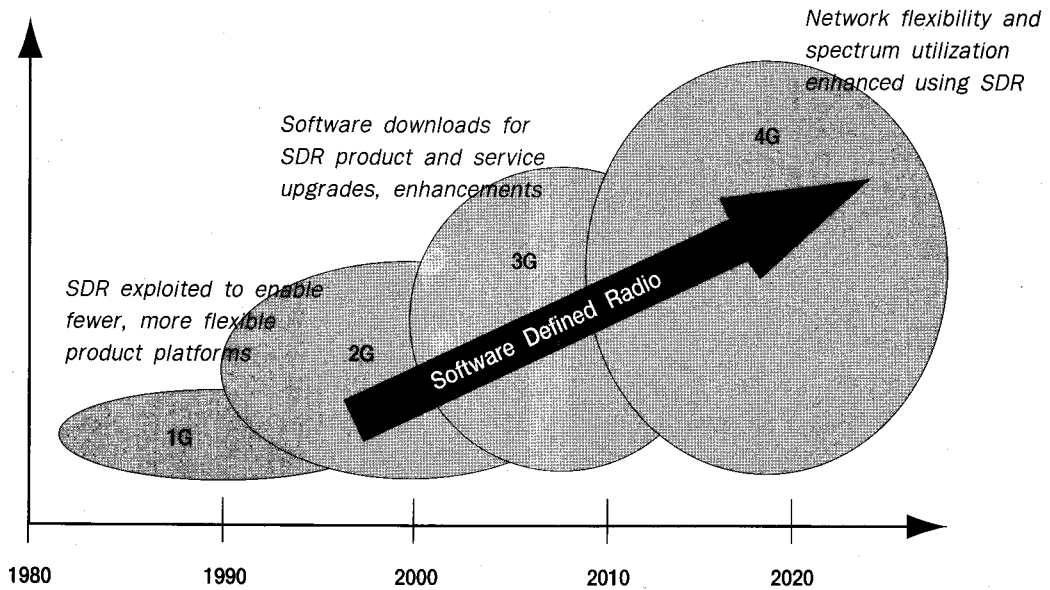
SDR 포럼은 21세기 무선통신시스템을 위한 개방형 구조(open architecture)의 개발, 구성 및 이용을 지원하기 위해 설립된 공개, 비영리 단체이다. SDRF는 미 국방성의 SPEAKeasy radio 프로그램의 성과를 토대로 결성되었다. 원래는 1996년 3월 13일에 MMITS(Modular



<그림 1> SDR 구조의 주요 엘리먼트 [4]

- 아울러 SDR이 상업적으로 성공하기 위해서는 다음과 같은 특징을 갖고 있어야 한다.
- 다중 제품모델, 다중모드 및 동작 주파수 그리고 다중음성 및 데이터 서비스를 지원하는 공통 하드웨어 플랫폼

Multifunctional Information Transfer System) 포럼이라는 이름으로 출발하였으며 1998년 12월 회의 이전까지만 이 이름으로 사용되었고, 그 이후로는 SDR Forum 명칭으로 변경 사용되고 있다. 현재 SDR Forum은 국제적으로 100 이상의 회원으로 구성되어 있으며 회원의 조직은



〈그림 2〉 SDR 채택 로드맵 [1]

서비스제공자, 장비제조업자, 부품제조업자/제공자, 하드웨어 소프트웨어개발업자, 시스템 integrators, 정부 및 군, 표준화개발 기구, 산업 협회/포럼, 그리고 학교 및 연구기관을 포함하고 있다.

II. FCC의 NOI에 대한 SDR포럼 의견

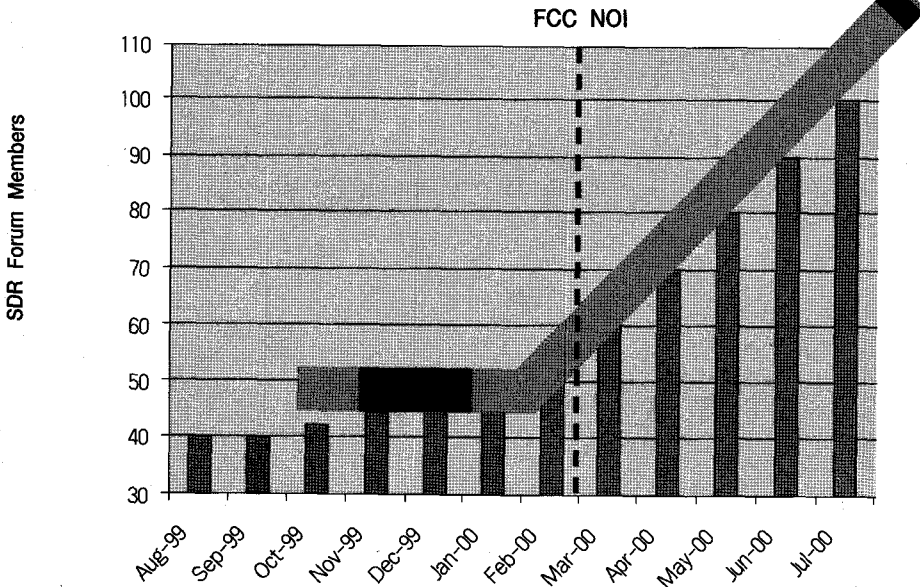
FCC는 2000년 3월 17일 SDR기술에 관한 NOI(Notice of Inquiry)를 발표하여 이에 대한 의견을 2000년 6월 14일까지 받았다. SDR 포럼은 산업계가 NOI의 중요성을 인식하고 적기에 의견을 제출하도록 돕기위해 2000년 3월 3일부터 4일까지 워크숍을 개최하였다. 이 워크숍에는 36개국(아시아 및 유럽 포함) 50개 이상의 대표자가 참석하였다. NOI는 SDR기술의 상업적 채택을 확대하도록 하는 룰 변경을 확인하고 실현하는 과정에서 FCC가 취한 중요한 조치이다. 이 워크숍은 다음 세 분야에 초점을 맞추었다.

- 현재와 미래의 SDR 제품성능 및 타임라인
- 상호 운용성, 스펙트럼 효율, 스펙트럼 관리에 대한 SDR 영향
- SDR과 관련한 장비인증 및 보안 이슈

다음장 〈그림 3〉은 SDR 포럼 회원수의 시간에 따른 증가를 보여주고 있다. 주목할 만한 것은 FCC의 NOI 발표 후 SDR 포럼에 대한 산업체의 인식이 급격히 변화되어 회원수가 급속히 증가되고 있음을 알 수 있다.

1. 규제 조치의 필요성

소프트웨어는 이미 여러 제품 플랫폼들을 하나로 결합하기 위해 무선장비 제조공정(process)에서 하드웨어를 대체하고 있다. 그러나 이러한 소프트웨어는 제조공정이 완료된 후 쉽사리 재프로그램 될 수 없다. 무선장비에서 이러한 소프트웨어의 사용은 FCC(미연방통신위원회)나 다른 규제단체(regulatory bodies)에서 사용되는 전통적인 장비인증룰(authorization rules)의 변환을 거의 요구하지 않거나 혹은 전혀 요구하지



〈그림 3〉 SDR 포럼 회원 수 증가 추세 [1]

않는다.

그러나 멀지 않아 SDRs에 의해 서로 다른 운영 모드와 관련된 다중주파수밴드, 다중변조방식(각각의 변조방식은 서로 다른 스펙트럴 마스크를 가짐), 그리고 서로 다른 전송전력 레벨을 취사선택할 수 있게 될 것이다. 현재 FCC를은 이러한 기능을 갖고 있는 무선장치에 대한 고려가 되어있지 않은 실정이다. 따라서 어떤 변화가 요구되고 있다.

이를 위해 FCC가 Notice of Inquiry(질의서통보)의 발표시기를 정확히 인식함에 따라 SDR 이용과 관련한 규제 이슈들에 대한 조사와 해결책 마련의 절차에 관한 움직임이 급속히 이루어지고 있다. OTA(over-the-air) 소프트웨어 다운로드를 통해 장비 업그레이드 및 버그 수정을 가능하게 하기 위한 룰 변경이 곧 필요할 것이다. 또한 SDR기술의 완전한 혜택을

누리기 위해 망 제어 인프라스트럭처에 추가의 유연성(flexibility)이 더해짐에 따라 다른 룰 변경이 필요할 것이다. 아울러 SDR 규제노력은 단지 한 국가만의 이슈가 아니라 글로벌 이슈에 대한 고려를 해야할 것이다. SDR 기술개발의 중요 원동력의 하나는 이동단말기의 글로벌 서큘레이션(global circulation)의 수용에 대한 필요성이다.” 따라서 정부는 개인이 무선장치를 국가간의 경계에서 이동하는데 방해가 되는 모든 공식적이며 디팩토(de facto)한 규제장벽들을 제거해야만 한다.

2. SDR 기술현황

질문 1 : 무선장치(radio)의 어느 기능이 소프트웨어에 의해 제어될 수 있는가? 예를 들면, 동작 주파수, 출력전력, 그리

1) 이 글에서의 "global circulation"이란 용어는 인접국가간의 로밍(roaming)을 의미한다. 무선 전문가들은 때때로 "글로벌 로밍"이라는 용어를 서로 다른 형태의 망간 로밍이라는 의미로 사용하고 있다. 기술적 관점에서 보면 후자가 로밍의 가장 중요한 관점이다. 규제관점에서 보면 글로벌 서큘레이션이 더욱 더 관련된 이슈이다.

고 변조방식이 소프트웨어로 제어될 수 있나?

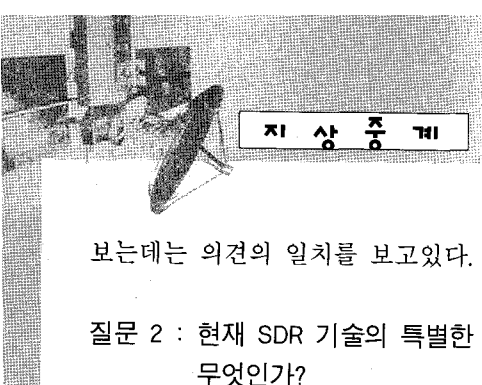
SDR기술은 군 및 항공장비 뿐만 아니라, 이미 몇몇 셀룰라 및 PCS기지국 제품에서 이용되고 있는 중이다. 지금까지 상용 제조업체들은 개발 및 유지보수해야 하는 서로 다른 제품 플랫폼들의 수를 줄이고, 새로이 진화되어 가고 있는 capabilities을 수용하기 위해 체계적으로 스케일될 수 있는 제품구조를 만들기 위해 SDR을 이용해오고 있다. SDR포럼은 제조업체가 사용자 단말기에서 SDR기술을 곧 광범위하게 사용할 것으로 기대하고 있다. <표 1>은 상용 이동무선기능의 구현방법이 하드웨어에서 소프트웨어로 시간에 따라 변화해가는 과정을

보여주고 있다. 첫 번째 열은 하드웨어로만 구현되는 기능을 보여준다; 두 번째 열은 소프트웨어로 제어되나 여전히 하드웨어 소자를 필요로 하는 기능을 나타낸다; 세 번째 열은 완전히 제품 웨어로 구현되는 기능을 표시한다; 네 번째 열은 제조이후(post-manufacture)의 프로그래머블 하드웨어로 동작하는 기능을 보여준다. 이는 제품출하 후 변경할 수 있는 SDR의 실제모습에 해당된다.

일반적으로 주파수, 전력 및 변조특징은 가까운 장래에 소프트웨어로 제어될 수 있다. SDR 포럼회원들은 SDR이 이러한 소프트웨어가 재프로그래머블 하기까지 걸리는 시간추정에 대해서는 서로다른 의견을 갖고 있으나, 향후 3~10년 사이에 SDR의 유연성이 가능하리라고

<표 1> 상용 이동 무선 기능의 구현 추세

	하드웨어	소프트웨어로 제어되는 하드웨어	프로그래머블 소프트웨어	POST-SHIPPING 프로그래머블 소프트웨어
오늘날	• 안테나	• 주파수(VCO) • 기저대역 대역폭 • 출력전력 • 변조기(Switched) • 암호화 • RF 선택성 • IF 변환 • 칩 레이트 처리	• 주파수(DDS) • 변조(DDS) • 암호화 • 스마트 안테나 신호처리 • 소스코딩 • IF 선택성 • 전력시스템 관리 • 심블레이트 처리 • 주파수 변환	• 사용자 인터페이스
단기(NEAR TERM)		• 안테나	• [위 항목] • 칩 레이트 처리	• [위 항목] • 룰 엔진(Rules Engine) • 소스 코딩 암호화
장기(LONGER TERM)		• 안테나	• 완전한 RF 진단	• [위 항목] • 주파수(DDS) • 변조(DDS) • 스마트 안테나 신호처리 • 소스 코딩 • 사용자 인터페이스 • IF 선택성 • 배터리 시스템 전력관리 • 심블레이트 처리 • 주파수 변환



보는데는 의견의 일치를 보고있다.

질문 2 : 현재 SDR 기술의 특별한 제약요소는 무엇인가?

SDR기술이 완전히 구현되기 위해서는 많은 소프트웨어 및 하드웨어 기술발전이 여전히 필요하다. 첫째로, RF, 기저대역, 응용, 서비스 및 네트워크 기능들의 정의, 접속 및 제어를 조정할 수 있도록 새로운 모듈러 소프트웨어 구조들이 고안되어야 한다. 둘째, 전력 및 크기 관점에서 효율적인 고성능 하드웨어 소자들이 적절한 가격으로 나와 있어야 한다. 이러한 하드웨어 소자들을 살펴보면 다음과 같다.

- 고속, 저전력 디지털 신호처리 디바이스
- 고속, 고해상도 아날로그-디지털(A/D)과 디지털-아날로그 변환기
- 고동작 범위 RF 튜너, 관련 여파기 및 증폭기들
- 선형, 광대역 duplexers
- 개발모텔
- 고성능 신호처리 알고리즘
- 고속, 고밀도, 저전력 메모리 디바이스

끝으로 SDR 기술의 주요특징인 매끄러운 재구성성(smooth reconfigurability)이 달성되도록 하기 위해서는 이러한 새로운 하드웨어 및 소프트웨어 컴포넌트를 개발하고, 집약하고, 시물

레이션하는 새로운 툴이 필요할 것이다.

질문 3 : 현재의 무선장치 기술에서 발견되지 않는 것으로 SDR이 갖는 특징은 무엇인가?

- Over-the-air 소프트웨어 업그레이드 - 다중 모드, 다중밴드, 다중기능 무선장치의 설계 및 구현을 위한 효율적이면서도 경제적인 메커니즘 제공
- SDR의 유연한 구조 - 기술진화에 유연하게 대응
- Post-manufacture 코드 업그레이드, 추가기능 및 새로운 응용지원
- 시변 스펙트럴 마켓에 적용

질문 4 : SDR은 상업적으로 언제 이용될 수 있으며 어떠한 서비스 혹은 목적으로 이용될 수 있나?

현재 많은 칩 및 소프트웨어 업자들이 향후 2년 이내에 단말기의 SDR을 지원하는 제품을 개발하고 있다. 상업적 이용은 필연적으로 서서히 이루어질 것이며 제품종류에 따라 다를 것이다. <표 2>는 SDR 이용 및 채택예상 일정을 나타낸다.

<표 2> SDR 이용 및 채택예상 일정

인프라스트럭처	2000	상용 셀룰라 인프라스트럭처 제조업자 및 군/항공 장비 제조업자들에 의해 초기 제한적으로 사용됨.
	2001	상용, 민간용, 군사용으로 사용증대(3G 시스템 개발과 초기 이용에 의해, 민간 및 군용시장에서 다중서비스를 위한 필요에 의해)
	2005	대부분의 제조업자들에 의해 핵심 플랫폼으로 광범위하게 채택
사용자 단말기	2000	세계적으로 많은 연구개발 노력, 상업적 이용은 거의 없음.
	2001	다중모드, 다중밴드, 제품 플랫폼(민간 및 군용 시장 뿐만 아니라 제 1, 2세대 상용 무선시장을 위한)의 요구증대를 만족하기 위해 처음으로 이용
	2003	3G에 의한 사용증대
	2005	기본적인 설계로서 SDR의 광범위한 채택 및 움직임

기타 제품	2000	여러 무선제품에서의 필드 응용
	2001	SDR 기술이 성숙해짐에 따라 무선 및 비무선 제품에서의 사용증대
	2005	1000MHz 범위에서 송수신하는 제품에서 광범위한 이용

질문 5 : SDR의 국제적인 활동은 무엇이며, FCC가 이러한 활동을 촉진시키기 위한 어떤 조치가 있는지?

다음 세 가지 주제에 관한 발표가 시작 Plenary 회의에서 있었다.

- 유럽에서의 SDR 활동
- 프랑스 행정부 관점에서 본 SDR의 군사 견해

SDR의 국제적인 활동은 <표 3>과 같다

<표 3> SDR 관련 활동현황

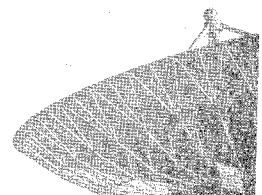
SDR 포럼	<ul style="list-style-type: none"> • 1996년 결성후 현재까지 20차 회의가 열렸으며 본격적인 표준화 단체로서의 전환을 모색하고 있음.
ITU-R	<ul style="list-style-type: none"> • ITU-R WP 8F, 8A에서 SDR의 정의와 고려사항들을 고려하고 있음.
아시아	<ul style="list-style-type: none"> • 한국: 한국전자과학회에 의한 1차(1999) 2차(2000) SDR 워크숍 개최; 2차의 경우 SDR 포럼과 연계하여 개최하였으며, 한중일 3국의 SDR 활동에 대한 소개가 있었음; 현재 삼성전자, LG전자, SK Telecom, DXO Telecom 등이 SDR포럼 회원으로 가입 활동하고 있음. • 일본: 1998년 첫 번째 SDR 워크숍 개최를 하였으며 1999년 소프트웨어디오 작업그룹 결성을 통해 SDR 연구자들의 정보교환 및 연구를 추진하고 있음.
유럽	<ul style="list-style-type: none"> • 1995년부터 EC의 후원하에 ACTS(Advanced Communications Technologies and Services) 프로그램을 통해 SDR 기술에 관한 워크숍 및 관련 연구활동을 해왔음. • UK의 이동통신 산업계는 Mobile VCE(Virtual Centre of Excellence in Mobile and Personal Communications)를 설립하여 효과적이며 장기적인 산업체 주도의 연구를 기획·조정하고 있음; 현재 산업체 회원수는 20이며, 파나소닉, 후지쯔, BT Cellnet, TI, Vodafone Airtouch 등을 포함하고 있음.

III. SDR포럼 최근 회의결과 요약

제20회 SDR포럼회의가 지난 9월 12일부터 14일까지 프랑스 파리에서 열렸으며, 37개 업체(25개의 상용 무선업체, 6개의 국방산업업체, 6개의 국방 및 사용 무선업체)에서 72명의 대표자가 참석하였다. 회의는 시작 및 마지막 Plenary 회의(회의는 SDR 포럼 및 ITU-R WP 8F 의장인 S. Blust(미국)가 주제)와 다음의 위원회, 작업그룹 및 임시 그룹회의가 있었다. 회의에서는 19개의 입력문서가 고려됐으며 출력문서는 나오지 않았다.

- SDR 응용성에 관한 유럽시민 및 시민정부의 관점

임시 작업회의 및 컨퍼런스 콜을 포함한 활동 상황에 대한 여러 가지 임시문서가 각각의 위원회에서 작성되었으나 Plenary 승인을 위한 문서는 제출되지 않았다. 아울러 포럼 이외의 단체와의 긴밀한 업무연락을 확립하기 위한 보고서가 Liaison Rapporteurs로부터 접수되었다.




〈표 4〉 작업그룹 활동현황 [6]

그룹	의장	주제
기술위원회	Peter Cook	포럼 기술작업의 지속적인 진행
기지국 작업그룹	Jack Rosa	기지국 제공자 및 서비스 제공자들에게 받아들여질 수 있는 구조 형태 및 인터페이스 옵션에 대한 수렴과정 착수
다운로드 작업그룹	John Ralston	MeXe 및 연락업무 계속 테스트베드에 대해 논의
모바일 작업그룹	Byron Tarver Craig Winters	인터페이스와 공통 컴포넌트의 추가 정의에 대한 이해를 돕기위한 파형흐름도 검토
규제위원회	John Ralston	SDR 제품이용의 글로벌 규제 및 공공정책
SDR 정의 임시그룹 (SDR Definition Ad Hoc)	Peter Cook	SDR과/혹은 소프트웨어 라디오의 공통 정의 개발
조정위원회	Larry Williams	포럼의 업무를 다루기 위한 위원장단의 위원회
지명위원회 (Nominating Committee)	Nalini Uhrig	연회원 업무회의를 위한 후보자 명단작성
마켓위원회 (파리 회의에서는 열리지 않았음)	Nalini Uhrig Bryan Tropper	SDR 관련 마켓조사
운영위원회	Al Margulies	포럼 및 회의의 운영

IV. 결론

본 고에서는 FCC가 발표한 NOI에 대한 SDR 포럼의 SDR 기술현황에 관한 의견에 대해 기술하였다. 아울러 SDR포럼 최근 회의결과에 대해서도 간단히 언급하였다. SDR 포럼은 현재 지금까지 치중해온 군용 SDR 기술을 바탕으로 상용 무선시스템의 SDR 적용에 관해 많은 관심을 두고 있으며 본격적인 표준화 단체로서의 변신을 꾀하고 있는 단계이다. 특히 SDR의 조기 상용화를 위해 SDR 상용 테스트베드 전략에 관한 논의가 지난 9월 파리회의에서 시작되었다. 아울러 IMT-2000 이후의 미래 이동통신 시스템의 비전을 고려할 때 다양한 무선통신 시스템의 수용, 상호연동 및 진화에 유연하게 대처할 수 있는 SDR의 중요성은 매우 크다고 하겠다. 따라서 우리나라도 하루 빨리 SDR 기반기술에 대한 본격연구와 이를 통한 SDR 개념의 무선통신시스템 개발 및 관련규제 이슈에 대한 논의가 산학연, 군 및 정부차원에서 다각도로 고려되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] J. D. Ralston, "The State of SDR Technologies," The 20th SDR Forum, Phoenix, France, Nov. 13-16, 2000.
- [2] S. M. Blust, "Software Defined Radio Applied to Commercial Wireless," SDR Forum, San Jose, California, U. S. A., Feb. 24, 25, 1999.
- [3] SDR Forum, "Comments of The SDR Forum," June 2000.
- [4] SDR Forum Technical Documents, ver. 2.1., Nov. 1999.
- [5] SDR Forum, "SDR Forum Presentation to the FCC," SDR Forum, Washington, D.C., U. S. A., Nov. 12, 1999.
- [6] Meeting Report, The 20th SDR Forum, Paris, France, Sept. 12-14, 2000. 

• 저자약력

- 이서영 · 1982. 2 인하대학교 전자공학과 학사
 1988. 2 충남대학교 전자공학과 석사
 1998. 5 Iowa State University 전기 및 컴퓨터공학과 박사
 1983. 11 ~ 1984. 5 금성사
 1984. 5 ~ 1984. 11 삼성반도체통신
 1985. 9~ 현재 한국전자통신연구원 무선방송기술연구소 차세대이동통신기술연구부
 광대역패킷통신연구팀 팀장, 책임연구원
- 김재명 · 1974. 한양대학교 전자공학과 학사
 1981. University of Southern California 전기공학과 석사
 1987. 연세대학교 전자공학과 박사
 1974. 2 ~ 1977. 12 한국과학기술연구소(KIST)
 1974. 4 ~ 1977. 8 해군 전자통신 기술장교
 1977. 12 ~ 1979. 6 한국통신기술연구소(KTRI)
 1982. 9 ~ 현재 한국전자통신연구원 무선방송기술연구소 소장, 책임연구원

• 관심분야

- 이서영 · 4세대 이동통신, SDR(Software Defined Radio), 간섭 제거 및 억압, 디지털 통신, 적응신호처리
- 김재명 · 이동통신, 위성통신, 방송, 정보보호 기술

TL9000 인증 바람

통신장비업체에 TL9000(Telecommunication Leadership 9000) 인증 바람이 불고 있다. 9월 25일 관련업체에 따르면 최근 국내에서는 LG전자와 삼성전자가 잇따라 TL9000을 인증받았다. 이에 따라 중견 통신장비업체들도 속속 TL9000 인증에 나설 것으로 예상된다. LG전자(대표 구자홍 <http://lgic.lge.co.kr>)는 지난 6월 유무선전화기, 휴대폰시스템, 무선가입자망(WLL) 단말기에 대한 TL9000인증을 획득한 데 이어 9월 1일에는 코드분할다중접속(CDMA)단말기 분야에서도 인증을 획득했다. 삼성전재대표 윤종용 <http://www.sec.co.kr>)도 최근 정보통신 전문분야에 대한 TL9000 인증을 받았다. 두 회사는 TL9000 인증으로 제품 기획에서 생산, 판매에 이르기까지 높은 수준의 품질시스템을 확보, 품질 경쟁력을 제고할 수 있을 것으로 기대하고 있다. TL9000은 AT&T·스프린트·노키아·에릭슨 등 세계 131개 통신업체들로 구성된 QuEST(Quality Excellence for Suppliers of Telecommunications) 포럼에 의해 지난해 11월 새 국제표준으로 제정된 것으로 정보통신업체의 전문인증규격으로 확산되는 추세다. 특히 무역장벽이 대두되면서 정보통신산업계에 상당한 파급효과를 미칠 것으로 예상되고 있다.