

| | |
|-----------|---|
| TDD | Time Division Duplex |
| TDMA | Time Frequency Division Multiplexing |
| TTA | Telecommunication Technology Association |
| UMTS | Universal Mobile Telecommunications System |
| VSCRF | Variable Spreading and Chip Repetition Factor |
| VSF | Variable Spreading Factor |
| VSF-OFCDM | Variable Spreading Factor - Orthogonal Frequency and Code Division Multiplexing |
| WCDMA | Wideband Code Division Multiple Access |
| WG | Working Group |
| WI | Work Item |
| WiBro | Wireless Broadband |
| WINNER | Wireless World Initiative New Radio |
| WLAN | Wireless LAN (Local Area Network) |
| WP8F | Working Party 8F |
| WRC-07 | World Radiocommunication Conference 2007 |
| WSI | Wireless Strategic Initiative |
| WWRF | Wireless World Research Forum |

SDR

1. 개요

1.1. 추진경과 및 중점 추진방향

■ 추진경과

- SDR 기술의 표준화항목은 크게 SW 아키텍처 기술, 다운로드 프로토콜 기술, 보안 및 인증 기술, HW 추상화 기술, 핵심기술 관련 제품기술로 나눌 수 있다. SW 아키텍처 기술은 실시간 운영체제, 실시간 미들웨어, 코어 프레임워크, 다운로드 아키텍처 기술을 포함한 SW 아키텍처 기술로 바뀌었다(현재 SCA 기반 연구 중, 표준 개발 진행 중).
- 다운로드 프로토콜 기술은 소프트웨어 다운로드를 통해 새로운 공중 인터페이스 표준을 변경하여 SDR 장치에 대한 새로운 기능을 추가하고, 교체기술을 포함한 Terminal Reconfiguration 기술로 바뀌었다(현재 객체지향 개념을 기반으로 한 다운로드 기술에 대한 연구가 진행 중).
- 보안 및 인증 기술은 시스템 성능 향상과 무결성 서비스, 데이터와 단말기 인증, 재전송 방지 서비스를 제공하는 보안 및 인증 기술로 바뀌었다(현재 사용자 인증과 데이터 보호를 위한 암호화 방식 연구가 진행 중).
- HW 추상화 기술은 SDR 네트워크를 위한 스마트 안테나 시스템의 개방형 구조 개발과 다양한 HW 플랫폼에서 통신 시스템을 하기 위한 SPS 개발 기술로 나뉜다(SDR 기지국 및 시스템 개발 중).
- 핵심기술 관련 제품기술은 RF Device 기술(다중 모드/밴드 안테나 기술, RF front-end 기술)로 변경(2GHz 대역 기술 상용화 진행 예정)한다.

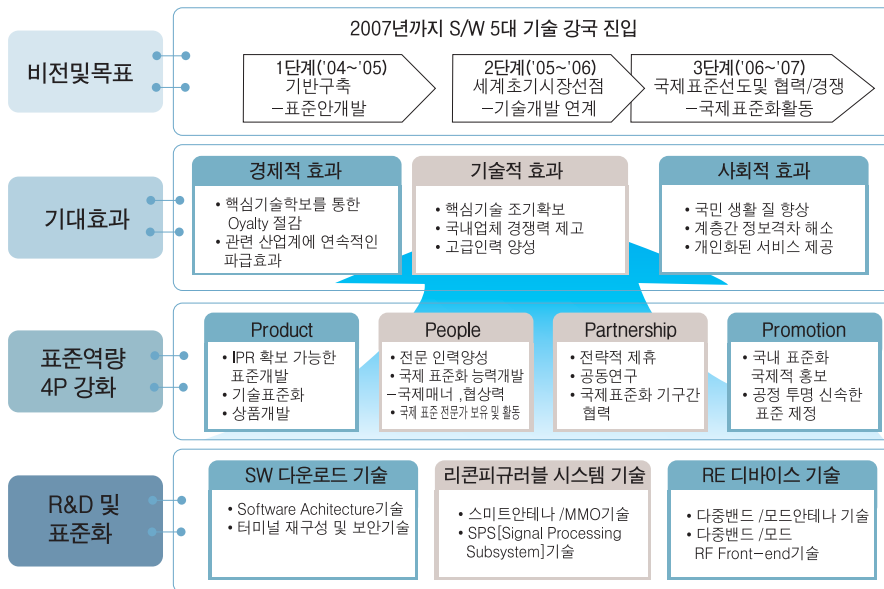
■ 중점 추진방향

- SW 아키텍처기술은 설계에 있어서 확장성, 적합성, 유연성, 효율성 등의 속성이 먼저 고려되어야 한다. 이러한 속성을 구체적으로 만족시키기 위해서는 FPGA, DSP 등의 하드웨어 구성에 구애받지 않고 환경 변화에 능동적으로 재구성이 가능하며, 이동성 휴대기에 걸맞는 환경에서 효과적으로 작동되도록 설계될 필요가 있다. 하드웨어와 소프트웨어의 속성들을 만족시키기 위하여 단말의 기능을 객체지향적인 방법론에 입각한 모델링을 적용하는 것이 타당하며, 전체 구조는 하부의 하드웨어 계층에서부터 응용 프로그램 계층까지의 요구사항이 만족될 수 있는 인터페이스를 필요로 한다. 따라서 SCA 3.0에 대한 분석과 이에 기반한 운영체제, 미들웨어기술의 개발, 현재의 무선 단말 소프트웨어들의 추후 적용방안에 대한 연구가 필요하다.
- 다운로드 프로토콜 기술과 관련하여 현재 XML-데이터 구조체를 위한 이진화에 관한 표준은 제정되고 있지만, WAP 2.0 기반에서, HTML to WML 형태의 변환은 제공되지 않는다. 또한 인코딩 전략에 많은 문제점이 있으며, XML 프로파일 파일의 크기를 최적화해야 한다. 이를 위해서 메타 프로파일 데이터(Change Frequency, Access Frequency, Accuracy Attributes 등)를 모바일 기기와 네트워크 엔티티에 효과적으로 프록시를 재구

성 관리할 기술이 필요하므로 이에 관한 표준을 제정해 나갈 필요가 있다. SDR 포럼의 기술위원회는 상업용 목적을 위한 다양한 주제와 효과, 연구 개발에 필요한 내용을 표준화하고 있다. 이 중에서도 APIs, IDL, XML, UDL 등에 관한 기술을 위한 표준화 작업이 진행되고 있다. SDR에서 요구하는 유연성 있는 단말기의 구현은 현재 가용한 ADC와 DSP의 처리속도와 전력소비를 고려해볼 때 상당한 시간이 필요한 상황이며, 이 때문에 단말기보다는 기지국 개발에 집중되고 있다. 기지국 리컨피규러블 시스템에 주력하여 일차적으로 플랫폼을 설계하고 구현한 후, 모뎀 부분을 소프트웨어로 처리하여 CDMA2000과 WCDMA 기능이 재구성 가능한 방법으로 동작하도록 개발하고 있으므로, 향후 터미널 재구성 관련 IPR를 확보하기 위해서는 프로파일의 동기화와 분산 관리하는 기술과 메타 프로파일 데이터의 프록시 재구성 관리 기술을 확보하는 데 주력해야 한다.

- 보안 및 인증기술은 암호화 알고리즘을 바탕으로 노드 사이에 전송되는 데이터에 대한 보안 문제를 해결하기 위해 소프트웨어 암호화에 사용할 키 관리가 요구된다. UMTS 이동통신망에서 사용되고 있는 Key 관리 메커니즘은 암호화키/무결성키를 일치시켜주는 메커니즘으로 UMTS망의 AKA(Authentication and key Agreement)와 같은 암호화 키 메커니즘이 요구되고, 이때 사용되는 키들은 키 관리 센터를 두어 노드들 사이에서 자동으로 관리되어야 하며, SDR 단말기에서 사용하기 위해 안전성을 고려하여 키 크기가 설정되어야 한다. 또한 암호화에 사용될 키에 대한 분배 메커니즘으로 IKE(Internet Key Exchange) 프로토콜을 사용할 수 있다. 따라서 SDR 단말기를 위해 요구되는 보안 요구 조건을 만족하기 위해서 소프트웨어 암호화 방법, 단말기 인증 등 보안 위협 요소에 대한 연구와 표준화에 주력해야 한다. 현재 상용화되고 있는 인증서 기반 모바일 인터넷 뱅킹 보안 시스템을 차세대 이동통신 SDR 시스템의 소프트웨어 다운로드 메커니즘으로 개발된다면 안전한 소프트웨어 다운로드와 인증서 기반의 상호인증 및 전송 보안에 활용될 수 있으며, 현재 SDR 시스템의 요구조건을 충족할 수 있을 뿐만 아니라, 표준화 선도와 IPR 확보 등 SDR 보안 시스템 기술에 대한 기술적 우위를 차지할 수 있을 것이다.

1.2. 표준화의 Vision 및 기대효과

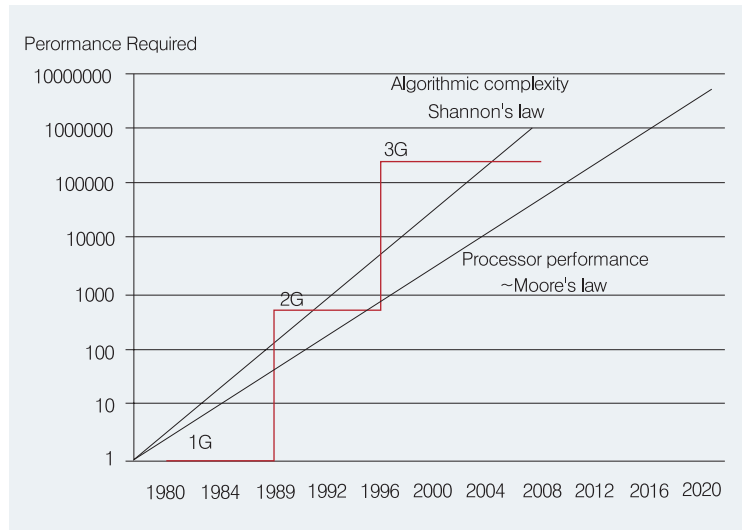


(그림 1) SDR 기술 표준화의 비전 및 기대효과

1.2.1. 표준화의 필요성

다중 표준 환경과 다중해결책의 환경에서, 다양한 네트워크상의 capabilities의 seamless integration을 가능하게 하고 “다중 capability와 다중 사명(multiple mission)” 시스템의 유연성(flexibility)을 촉진

- 다양한 통신시스템 규격과 통신환경에 적응 가능한 시스템의 실현으로 통신사업자 중심의 서비스 제공에서 서비스 이용자의 요구에 의한 차별화된 서비스제공으로 패러다임이 변화하고 있는 정보통신사회에서 다양한 무선시스템 규격에 따라 시스템 변경이 필요한 기존 시스템으로는 한계가 있으며, 이와 달리 SDR은 다양한 무선시스템 환경에 적응이 가능하고 사용자, 통신사업자, 제조업체들에게 시스템 간의 상호 운용성, 제품수명의 최대화, 개발기간의 최소화, 디버깅의 간소화 등을 제공함으로써 미래 지향적 시스템을 구성 가능하게 하기 때문에 단말기 측면에서 SDR의 필요성이 강하게 요구되고 있다.
- 또한, 국제표준이 연구개발 및 부분초안 단계이므로 표준개발의 연구를 통한 기술선도 및 IPR을 확보할 가능성이 매우 큰 주요 기술로 인식되고 있다.
- 그러나, SDR 기술이 미래의 이동통신 문화를 실현하기 위한 주요 기술로 자리매김하기 위해서는 해결되어야 할 몇 가지 기술적인 문제점을 가지고 있다[1].
 - SDR 기술이 추구하는 기능과 서비스를 모두 실현하기 위해서는 초고성능의 프로세서가 필요. 프로세서는 저전력으로 동작해야 하고, 단위 면적당 집적도가 획기적으로 향상되어야 한다. 최근에 급격히 발전하고 있는 반도체 기술과 나노 기술의 등장으로 실현 가능성은 매우 클 것으로 기대된다.



(그림 2) Shannon의 법칙과 Moore의 법칙

- 위 그림은 단위 면적당의 집적도가 평균 18개월마다 2배로 증가한다는 Moore의 법칙에 따라 작성된 것으로 실제의 경우 FPGA를 이용하여 구현할 경우 현존하는 최신의 통신 규격을 하나의 칩으로 수용하는 것이 가능하다.
- 따라서, FPGA와 DSP, 그리고 ASIC의 장단점을 적절하게 혼합된 구조를 사용한다면, 즉, DSP칩의 프로그래밍 능력과 FPGA의 병렬처리 능력, 그리고 ASIC의 저전력 구조를 적절히 혼합할 수 있는 하이브리드 프로세서 구조를 개발한다면 이러한 부품 소자에서의 단점을 극복할 수 있을 것으로 생각되며, 현재 DSP 제조 회사들이 기술개발을 추진하고 있다.
 - 한 개의 동일 시스템에서 여러 가지 모드를 동시에 지원이 가능할 것인가, 그리고 수직 핸드오버 등 시스템 간의 Inter-working이 가능할 것인가 하는 질문이 제기되는데, 이런 문제는 시스템의 프로세싱 능력 한도에서는 소유한 자원의 적절한 분할을 이용하여 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 예를 들어, SDR 기반의 다중 모드로 동작이 가능한 시스템이 두 가지 이상의 모드를 동시에 서비스하기 위해서는 Time Sharing 기술을 사용하여 한 순간에는 하나의 서비스를 제공하되 사용자가 전혀 인식하지 못하도록 처리가 가능할 것이다. 또한 통신 규격의 유사성으로 인해서 적용된 소프트웨어의 재사용 효율을 증대시킬 수 있다.
 - 다중모드를 요구하는 이동통신서비스가 향후 어떻게 발전하느냐에 따라 SDR 기술의 발전 속도에 변화가 있을 것으로 예상된다. 최근에 대두되기 시작한 유비쿼터스 컴퓨팅은 차세대망의 근간을 이룰 것으로 기대된다. 유비쿼터스는 일종의 다양한 센서 네트워크에 적응하면서 어떠한 환경에서도 어떠한 종류의 서비스라도 지원받을 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 유비쿼터스를 달성하기 위해서는 다양한 센서로부터 통신 규격(GSM, EDGE, 블루투스, Home 네트워크 W-LAN, IrDA, 셀룰러 등)을 모두 만족할 수 있어야 할 것이다. 따라서 하나의 단말기 및 시스템은 다양한 통신 규격에 능동적으로 대처하여 통신 네트워크를 구축할 수 있어야 한다.

- 재구성 가능한 RF 소자 개발 및 RF 부품의 디지털화 기술이 실현되어야 한다. 이 기술은 SDR에서 가장 중요하면서, 개발지연이 우려되는 기술로서, RF 신호의 직접 표본화와 ADC/DAC의 성능과 밀접한 관계가 있다.
- 다중대역의 주파수를 직접 기저대역으로 변환하여 디지털 처리하거나, 또는 낮은 IF 주파수로 변환하여 디지털로 처리하는 방법이 현재 사용되고 있다. 그렇지만 현재로서는 다중 광대역 안테나, 전력증폭기, 저잡음 증폭기, 듀플렉서 등 기존 RF 소자 등에 대해서는 디지털화가 매우 어려운 실정이다.
- 앞에서 언급한 바와 같이 SDR 기술이 실현되기 위해서는 해결되어야 할 여러 가지 문제들이 존재한다. 그러나 SDR 기술은 RF 기술에서 컴퓨터 기술까지 적용해야 할 기술 분야가 상당히 넓고, 각 단위 기술별로 발전을 거듭할 것으로 예상되며, 이러한 기술이 단말기로까지 적용되기 위해서는 앞으로 수 년 간의 기술개발과정이 필요하다[4].
- 언급한 기술적인 문제점들의 해결과 아울러 일반적인 SDR 기술 표준개발의 목적을 아래와 같이 나열할 수 있다[2,4].
 - 다중 표준 환경과 다중해결책의 환경에서, 다양한 네트워크상의 capabilities의 seamless integration을 가능하게 하기 위하여.
 - SDR 시스템의 사용증가를 가속화하기 위하여.
 - 무선 개방형 구조의 채택을 추진하기 위하여.
 - “다중 capability와 다중 사명(multiple mission)” 시스템의 유연성(flexibility)을 촉진하기 위하여.
 - 음성, 데이터, 메시징, 영상, 멀티미디어 등의 분야에서 현재와 미래 사용자 요구의 수용을 확실히 하기 위하여.
 - 글로벌 규제 환경의 협조적인 구축을 위하여.

1.2.2. 표준화의 목표

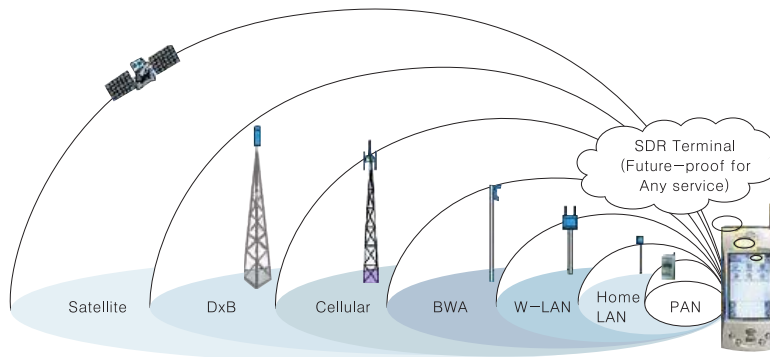
산업체가 SDR 관련 모듈, 제품 및 시스템 구축시 지침(guideline)으로 사용할 수 있도록 내외부 시스템 접속, 모듈, 소프트웨어의 기능정의와 그와 관련된 요구사항 및 표준을 개발함으로써 기술개발을 선도하고, SDR 시스템의 사용증가를 가속화시키며, 차세대 무선이동통신(4G)의 핵심기술 기반을 조기 구축

- SW 아키텍처기술은 국내에서는 SDR Ad HOC Group을 구성하여 SDR 기술의 전체적인 표준화 쟁점에 대해 기술적인 검토 및 연구발표를 진행 중이지만 아직까지 확정된 표준안을 독자적으로 발표하지 않았다.
- 디지털 IF 관련한 국제표준화활동은 2006년 현재까지 크게 활성화되어 않은 것으로 보인다. 다만 몇몇 회사를 중심으로 디지털 IF 부분과 SPS(Signal Processing Subsystem) 간 인터페이스 부분에 대해 Input/Output 표준화를 요구하고 있는 단계이다[18]. 따라서 Digital IF 기술에 관해서는 관련 소자들의 활용 기술에 중점을 두어야 할 것으로 보이며, 표준화 진척 추이를 지켜봐야 할 것으로 보인다.
- 스마트 안테나 기술은 SW 구조 개발 관점에서는 스마트 안테나 API(SAAPI)와 Open Architecture(SAOA) 관련기술 활용 인력을 양성하고 관련 IPR 확보에 주력해야 할 것으로 보인다. 또, SDRF, OMG의 스마트 안테나 API 표준화활동에도 국내 학계, 기업의 활발한 참여가 필요하다.

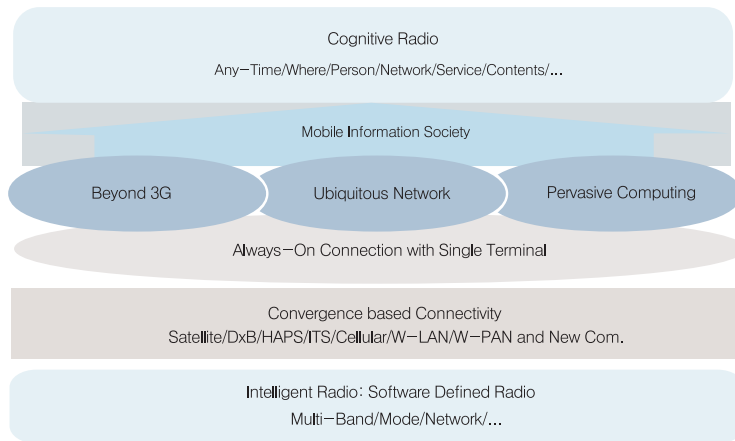
1.2.3. Vision 및 기대효과

국제표준을 활용한 시스템 융합 기술의 적극적 개발을 통해서

- 시장과 표준화를 선도
- 정보통신 분야의 국제표준 전문가를 보유
- 관련 산업계에 파급 효과
- 사용자에게는 개인화된 서비스를 제공



(그림 3) SDR Vision



(그림 4) SDR-기반 통신시스템의 최종 목표 (3)

- 하나의 단말기로 다양한 무선규격과의 접속이 가능
- 언제, 어디서나, 사용자의 환경에 최적화된 서비스를 탐색하고 접속하여 최적의 서비스 제공이 가능
- SDR 기반 네트워크 구조는 최상의 서비스제공을 위하여 self-organization이 가능한 유연한 망구조의 액티브 네트워크로 발전 예상

2. 국내외 현황분석

2.1. 중점기술 개요

2.1.1. 중점기술 및 표준화 대상항목의 정의

- 중점기술의 정의

- 무선통신의 재구성성이 가능한(Reconfigurable) 시스템 구조를 가능하게 하는 소프트웨어와 하드웨어 기술의 집합체
- 하드웨어(플랫폼) 변경 없이 소프트웨어 업그레이드만으로 멀티모드, 멀티밴드, 멀티기능의 무선시스템 구현을 가능하게 하는 기술[4][5]

- SDR에서의 Software Architecture 기술은 SDR의 필요 기술 중 실시간 운영체제, 실시간 미들웨어, 코어 프레임워크, 다운로드 아키텍처 기술 등의 전체적인 시스템에 대한 아키텍처를 말한다. SDR의 소프트웨어 구조에 대한 연구는 미국과 유럽을 중심으로 활발히 진행이 되었으며, 그 중 1996년 미국에서 군사적 목적으로 시작된 JTRS(Joint Tactical Radio System)에서는 기존 운영 시스템과의 상호운영성과 객체분산 능력의 확대를 위해 SCA(Software Communications Architecture)를 산출하였으며 이것은 현재 SDR 소프트웨어 구조에 대한 가장 좋은 호응을 얻고 있고 SDRF에서 표준으로 채택될 가능성이 매우 높다. 소프트웨어 관점에서 표준화 대상항목은 S/W 구조, 미들웨어, SCA관련 Adaptive Protocol 기술을 들 수 있다. 현재까지 SDR 포럼에서는 JTRS-JPO의 SCA를 기본으로 한 소프트웨어 구조를 개발하려고 하고 있다. SCA는 Radio System의 기본 구조 모듈과 각 모듈간 API를 정의하고 S/W Download를 위한 프로토콜을 정의하고 있다.
- 터미널 재구성 기술이란 소프트웨어 다운로드가 필수적이며 소프트웨어 다운로드를 통해 새로운 공중 인터페이스 표준을 변경하여 SDR 장치에 대한 새로운 기능을 추가하거나 교체하는 기술을 말한다. 최근 소프트웨어 다운로드 기술을 표준화하기 위한 작업이 진행되고 있으나 아직 확정된 바가 없다. 소프트웨어 다운로드 중에서도 글로벌 로밍의 기반이 되는 Over-the-air(OTA)에 의한 형상 재구성 방안은 각 단말기가 갖는 다양성과 다운로드 과정의 복잡성으로 인하여 요구사항을 정하는 것이 쉽지 않다. SDR 보안 시스템 구축 위한 보안 및 인증 기술은 단말기와 서비스 프로바이더, 네트워크 서버 사이에 발생할 수 있는 보안 위협 요소를 최소화하여 시스템 성능 향상과 무결성(Integrity) 서비스, 데이터와 단말기 인증(Data and Terminal Authentication) 그리고 재전송 방지(Anti-Reply Service) 서비스들을 제공한다. 또한 소프트웨어의 다운로드시 발생하는 전송보안에 대한 보안 방안도 고려되어야 한다.
- 리콘피규러블 신호처리용 H/W 기술에는 스마트 안테나/MIMO 기술과 SPS (Signal Processing Subsystem) 개발 기술이 있다. 스마트 안테나/MIMO 기술은 3G와 4G의 통신 시스템에서 통신 용량 증대

와 cell coverage 증대를 위해 주목받고 있는 다중안테나 기술로서, 스마트 안테나/MIMO 기술에는 시스템 구현 기술, 빔형성 알고리즘, 개방형 구조 개발 기술 등이 있다. SPS 개발기술은 다양한 HW 플랫폼상에서 통신시스템을 구현하는 기술로서 직접적인 표준화 대상이 아니나 SDR 포럼에서는 HAL-WG (Hardware Abstraction Layer-Working Group) 주도하에 다양한 SPS HW 플랫폼에서 동작할 수 있도록 SW (Software)의 이식성, 상호 동작성 등을 가능하게 하는 기술과 표준을 개발하려고 노력하고 있다.

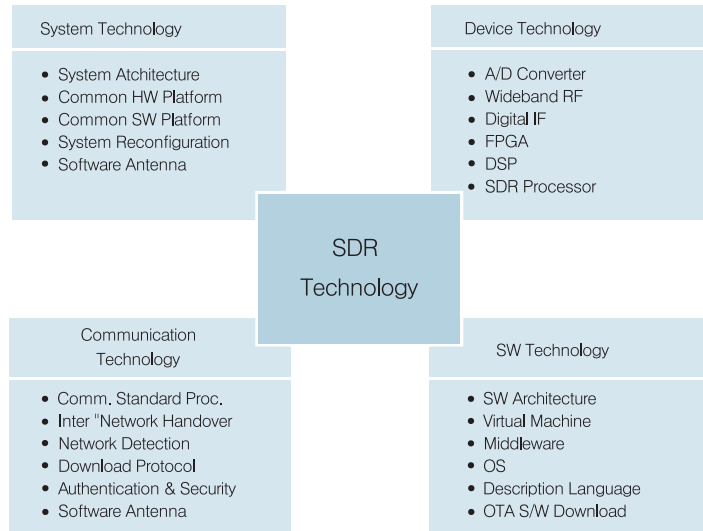
- 디바이스 기술은 멀티 밴드/모드 안테나 기술과 멀티 밴드/모드 RF Front-end 기술이 그 대상이라고 할 수 있다. RF 디바이스 기술은 COTS 기술이므로 표준화는 기본적으로 추진되지 않으나, IPR 확보차원에서의 연구개발이 요구된다.

• 표준화 대상항목의 정의

| 구분 | 정의 | 표준화 대상항목 | 표준화내용 |
|------------------|---|--|---|
| S/W 다운로드 및 보안 | 소프트웨어 다운로드가 필수적이며 소프트웨어 다운로드를 통해 새로운 공중 인터페이스 표준을 변경하여 SDR 장치에 대한 새로운 기능을 추가하거나 교체하는 기술 | Software Architecture 기술 | CORBA기반의 미들웨어를 포함한 S/W 구조 및 Adaptive Protocol 규격 |
| | | 터미널 재구성 및 보안기술 | 시스템 성능 향상과 무결성(Integrity) 서비스, 데이터와 단말기 인증(Data and Terminal Authentication), 재전송 방지(Anti-Reply Service) 서비스 규격 |
| 리컨피규러블 신호처리용 H/W | 소프트웨어적으로 재구성 가능하도록 구성된 SDR 신호처리용 H/W | 스마트 안테나/MIMO SPS(Signal Processing Subsystem) 기술 | 스마트안테나/MIMO 시스템 개방형 구조 다양한 SPS HW 플랫폼에서 동작할 수 있도록 하기 위한 SW의 이식성, 상호 동작성 |
| RF Device 기술 | 다중 밴드/모드를 수용할 수 있는 안테나와 다중 밴드/모드를 수용·처리하여 baseband 신호로 변환하는 RF Front-end의 기술 | 다중 밴드/모드 안테나 기술 | SDR용의 다중밴드/다중모드 안테나로서 초소형·고효율의 안테나 제작 기술 |
| | | 다중 밴드/모드 RF Front-end 기술 | SDR용의 다중밴드/다중모드 RF Front-end로서 저전력·초소형·flexibility의 특성을 지닌 RF Front-end 제작 기술 |

2.1.2. 연관기술 분석

• 연관기술 관계도



(그림 5) SDR 기술과 연관기술

• 연관기술 분석표

| 연관기술 | 내용 | 표준화 기구/단체 | | 표준화수준 | | 기술개발수준 | |
|--------------------------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-------|-----------|--------|------|
| | | 국내 | 국외 | 국내 | 국외 | 국내 | 국외 |
| System Technology | SDR 시스템을 구성하기 위한 여러 가지 개별 시스템 기술 | TTA | SDRF, ITU-R | 표준기획 | 표준안 개발/검토 | 설계 | 시제품 |
| Device Technology | SDR 시스템을 구성하는 다양한 H/W Device 기술 | TTA | SDRF, ITU-R | 표준기획 | 표준기획 | 구현 | 시제품 |
| Communication Technology | SDR 기술을 적용하게 될 통신 시스템의 기술 | TTA | SDRF, ITU-R | 표준기획 | 표준안 개발/검토 | 설계 | 시제품 |
| SW Technology | SDR 기술을 위한 다양한 형태의 S/W 기술 | TTA | SDRF, ITU-R, JTRS, CRC, WAP, ETSI | 표준기획 | 표준기획 | 기술기획 | 기술기획 |

2.2. 시장 현황 및 전망

2.2.1. 국내 시장 현황 및 전망

■ 국내 시장 현황에 관한 조사보고서 및 통계자료 참고문헌(40)에 있는 내용을 다음과 같이 인용한다.

■ 제품 및 서비스 현황

• 4세대 이동통신 및 IMT-2000 고도화

- SKT는 2006년 6월 말 전국 84개 시에서 DBDM(800MHz/2GHz Dual Band 및 W-CDMA/CDMA Mode) 단말을 통해 HSDPA 서비스를 개시하였다.
- KTF는 2006년 6월 말 HSDPA 서비스를 개시했고, 2006년 말까지 전국 84개 시에서 SBSM(2GHz Single Band 및 W-CDMA Single Mode) 단말을 통해 서비스를 확대해나갈 예정이다.
- LGT는 2006년 말까지 기존대역(1.8GHz PCS)의 CDMA망을 동기식 IMT-2000 표준인 cdma2000 1x EV-DO Rev. A로의 업그레이드를 계획하고 있다.
- 삼성전자와 2005년 합작사로 출범한 LG-Nortel은 2006년 국내 이동통신사(SKT, KTF)에 HSDPA 시스템을 공급한다.

• 차세대 이동통신 단말

- 삼성전자

- 800만화소(2007년 1,000만 화소 업그레이드 예정) 카메라폰, 듀얼(T-DMB/S-DMB)DMB폰, 초슬림 W-CDMA(HSDPA)폰 등을 주력모델로 출시하였다.
- GSM/GPRS/EDGE와 같은 이동통신망과 무선LAN망 간에 자유로운 핸드오버를 통해 끊김없는 통화가 가능한 차세대 유무선 통합 기술인 UMA(Unlicensed Mobile Access)폰을 유럽시장에 출시하였다.

- LG전자

- H, T-DMB, S-DMB 등 다양한 방식의 DMB폰, TD-SCDMA 단말, 중국과 유럽에서 단말을 바꾸지 않고도 3세대 이동통신 이용이 가능한 트라이모드(tri-mode)폰 등을 출시하였다.

- 팬택 계열

- PMP폰, W-CDMA(HSDPA)폰 등을 출시함과 함께, 글로벌 휴대폰 디자인 센터를 건립하여 차세대 이동통신 단말에 대한 상품기획 및 디자인 역량을 강화하고 있다.

• 차세대 이동통신 부품

- 휴대폰 핵심 칩을 비롯한 SAW필터, 앰프, PLL모듈 등 주요 RF부품은 아직 수입에 많이 의존하는 실정이다.
- 국내 개발부품에 대한 낮은 신뢰도 및 가격경쟁력 부재 등의 이유로 RF제품의 소요부품들을 아직도 해외에서 상당수 조달하고 있다.

■ 시장 점유 현황

• 이동통신

- 포화 상태에 다다른 국내 이동통신 가입자 시장은 완만한 성장세를 보이고 있으며, 2005년 말 3,834만 명의 가입자 시장을 형성하고 있다.
- 서비스 매출은 2004년 14.5조 원에서 2005년 15.5조 원으로 약 7% 성장하였다.
2005년 서비스 매출 중 음성은 12.4조 원, 데이터 매출은 3.1조 원으로 데이터 매출의 비중이 2004년 16.7%에서 2005년 20.2%로 상승하였다.
- 2005년 국내 이동통신단말기 시장은 2004년 대비 출하대수 기준으로는 약 9%로 감소한 1,529만 대, 매출액 기준으로는 8.5% 감소한 5.2조 원의 시장을 형성하고 있다.
2004년에 번호이동성제도 실시로 인해 상대적으로 수요가 많이 발생한 것에 기인한다.
한편, 내수시장에서 삼성, LG, 팬택 계열 등 국내 업체가 차지하는 비중은 87%이며, 모토로라 등 외국 업체가 13%의 시장을 점유하고 있다(2005년 기준).

〈표 1〉 국내 이동통신 단말 제조업체 순위

(2005년 말 기준)

| 구분 | 시장점유율(%) |
|------|----------|
| 삼성 | 49.5 |
| 팬택계열 | 19.0 |
| LG | 18.4 |
| 기타 | 13.1 |
| 합계 | 100.0 |

• 차세대 이동통신 부품

- 국내 이동통신 부품 시장은 2004년 107억 달러에서 2005년부터 매년 7.7% 성장하여 2009년에는 150억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 전망된다.

■ 시장 규모 예측 및 전망

〈표 2〉 국내 시장 규모 예측 및 전망

| 구분 | 2005년 | 2006년 | 2007년 | 2008년 | 2009년 | 2010년 | CAGR('05-'10) |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| 이동통신 가입자 (천명) | 38,342 | 39,612 | 40,794 | 41,754 | 42,585 | 43,345 | 2.5% |
| 이동통신 서비스 (십억원) | 18,349 | 8,967 | 19,663 | 20,336 | 21,030 | 21,839 | 3.5% |
| 이동통신 시스템 (백만달러) | 893 | 960 | 1,044 | 1,117 | 1,211 | 1,314 | 8.0% |
| 이동통신 단말 (천대) | 15,287 | 16,021 | 16,349 | 16,669 | 16,669 | 16,404 | 1.4% |

- 현재의 R&D 상태로 볼 때 SDR 기술은 가까운 미래에 상용화 될 수 있을 것으로 예상되며, 많은 이동통신사

업자들과 벤더들에 의해서 추진되고 있다. 결과적으로 초기 전망에 따르면 SDR 기술은 4G 네트워크 보급 이전까지는 확산되지 못할 것이며, SDR 기술의 상용제품 출시는 2007년 이후에나 가능할 것으로 예상된다. 그러나 최근에 이러한 초기 전망은 3G 서비스 도입 및 네트워크 확산의 지연에 따라 4G에서나 본격적으로 도입될 것으로 예상되었던 SDR이 3G 서비스에서 매우 중요한 역할을 할 것으로 다시 조정되고 있다.

- 이와 같이 SDR 기술은 이동통신 산업과 매우 밀접하게 연관되어 있으며, 이동통신 시장의 환경변화에 따라 SDR의 도입 시기 및 시장 전망은 크게 영향을 받을 것으로 보여, SDR 기술의 시장기회는 이동통신 네트워크와 통신시장의 발전 모습에 따라 결정될 것으로 보인다.
- 빠르게 변화하고 있는 세계 이동통신 시장 환경에 따라 주로 이동통신 시장에 초점이 맞추어져 있는 SDR 시장 역시 이러한 이동통신 시장 환경 변화에 따라 도입 시기에 많은 변화가 있을 것으로 예상된다. 최근 이동통신 산업의 관심이 투자비용의 빠른 회수를 위해 수익성 강화에 초점을 맞추고 있기 때문에 저비용 구조를 갖고 있는 SDR은 빠른 시장 진입을 위한 좋은 기회를 맞고 있으며, 또한 3G 서비스의 도입 지연에 따라 기존에 Beyond 3G 이후에나 도입이 예상되었던 SDR 기술이 빠르면 3G에 도입되어 중요한 부분을 차지할 가능성이 커지고 있다. 이는 2.5G와 3G를 제공하는 새로운 SDR 기지국 설치와 함께 기술 도입이 이루어질 것으로 기대된다. 따라서 다양한 기술적 요구사항을 만족시키고 SDR 이용을 위한 다양한 법 및 규제에 대응한다면 SDR에 있어 상당한 시장기회가 발생할 수 있는 시장 환경 변화를 맞을 수 있다.

2.2.2. 국외 시장 현황 및 전망

■ 제품 및 서비스 현황

- 4세대 이동통신 및 IMT-2000 고도화
 - 전세계 19개 국 24개의 상용 HSDPA 서비스가 전개 중이며, 지역별로는 유럽이 12개 국 중동 및 아프리카 지역이 4개 국, 아메리카 1개 국, 아시아 2개 국이다.
 - 유럽에서는 W-CDMA 서비스를 개시한 Hutchison, Vodafone, Orange, T-Mobile, mmO2 등이 기존의 R99 네트워크를 HSDPA로의 업그레이드를 통해 서비스를 전개 중이며, 향후 HSUPA/HSOPA에 대한 기술개발이 완료되는 대로 망을 진화시킬 예정이다.
 - 아시아 지역에서는 대표적으로 한국, 일본, 필리핀이 HSDPA 서비스를 개시했으며, 한국의 SK텔레콤, KTF 그리고 일본의 NTT DoCoMo는 2006년 7월부터 WCDMA와 동일한 요금수준으로 HSDPA 서비스를 전개 중이다.
- 차세대 이동통신 단말
 - Nokia : W-CDMA(HSDPA)폰, DVB-H폰, 모바일 TV폰 등을 주력 제품으로 출시하고 있으며, UMA(Unlicensed Mobile Access), 무선랜 기반의 VoIP 접속이 가능한 듀얼모드(이동전화/무선랜) 폰이 상용화 예정이다.
 - 모토로라 : 차세대 이동통신 단말시장의 선두에 서기 위해 TDMA, CDMA, CDMA2000 1x 및 EV-DO,

W-CDMA 등 모든 표준기술에 대한 기술투자를 강화하고 있다.

- Alcatel : 블루투스, IEEE 802.1x, Wi-Fi 등의 표준을 적용하여 음성, 미디어, 데이터를 손쉽게 교환할 수 있는 단말개발에 주력하고 있다.

• 차세대 이동통신 부품

- Qualcomm은 MDSM6250/6275/6800과 같은 HSDPA 칩을 출시했으며, HSDPA/HSUPA를 지원하는 MSM7200과 HSDPA/HSUPA 및 동기식 EV-DO Rev.A를 모두 지원하는 MSM7600등을 2006년 4분기 내에 출시할 계획이다.

■ 시장 점유 현황

• 이동통신 단말기

- 2005년 세계 이동통신단말기 시장은 판매대수 기준 약 8.2억 대 규모로 2004년 대비 약 21%로 성장하였다. 1, 2위 업체인 Nokia와 Motorola가 시장점유율을 더욱 확대한 가운데, 10위권 내 업체 중 Siemens의 급락이 눈에 띈다.

〈표 3〉 세계 단말기 판매수 및 점유율

| 제조업체 | 2005년 판매대수(천대) | 2005년 점유율(%) | 2004년 판매대수(천대) | 2004년 점유율(%) |
|---------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| Nokia | 265,615 | 32.5 | 207,231 | 30.7 |
| Motorola | 144,920 | 17.7 | 104,124 | 15.4 |
| 삼성전자 | 103,754 | 12.7 | 85,238 | 12.6 |
| LG전자 | 54,925 | 6.74 | 2,277 | 6.3 |
| Sony Ericsson | 51,774 | 6.34 | 2,032 | 6.2 |
| Siemens | 28,591 | 3.5 | 48,456 | 7.2 |
| Sagem | 16,327 | 2.0 | 14,472 | 2.1 |
| Panasonic | 11,802 | 1.4 | 15,389 | 2.3 |
| BenQ Mobile | 11,102 | 1.4 | NA | NA |
| Sanyo | 10,690 | 1.3 | 9,179 | 1.4 |
| 기타 | 117,065 | 14.5 | 105,604 | 15.8 |
| 합계 | 816,563 | 100.0 | 674,002 | 100.0 |

- 세계 이동통신 단말기 시장에서 대형 제조업체가 차지하는 시장점유율은 지속적으로 증가하고 있으며, 삼성과 LG가 Top 5를 유지하고 있다. 삼성전자와 LG전자의 시장점유율은 지속적으로 상승하여 2005년 말 기준 19.4%에 달한다.

〈표 4〉 세계 이동통신 단말 제조업체 순위

| 구분 | 2002년 | 2003년 | 2004년 | 2005년 |
|-------------------------|--|---|--|---|
| 시장점유 Top5 업체 (시장점유율) | Nokia, Motorola, 삼성전자, Siemens, Sony- Ericsson (75%) | Nokia, Motorola, 삼성전자, Siemens, Sony- Ericsson /LG전자 (73%) | Nokia, Motorola, 삼성전자, Siemens, LG전자 (71%) | Nokia, Motorola, 삼성전자, LG전자, Sony- Ericsson (76%) |
| 삼성, LG의 시장점유율 | 12.9% | 15.5% | 18.9% | 19.4% |

Gartner의 각 분기별 발표 자료

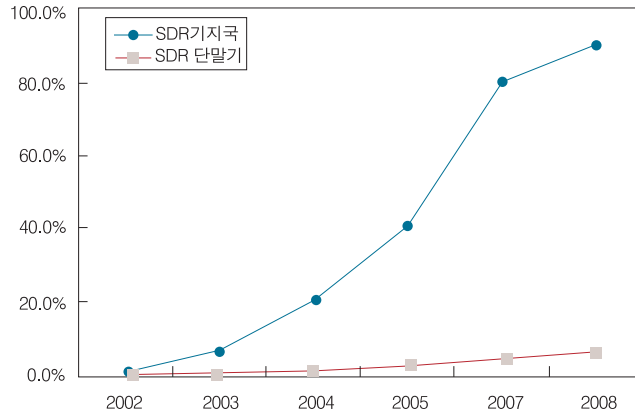
※ 업체 순위는 판매량 기준임

■ 시장 규모 예측 및 전망

〈표 5〉 세계 시장 규모 예측 및 전망

| 구분 | 2005년 | 2006년 | 2007년 | 2008년 | 2009년 | 2010년 | CAGR('05~'10) |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|
| 이동통신 가입자 (천명) | 2,119 | 2,482 | 2,795 | 3,038 | 3,223 | 3,378 | 9.8% |
| 이동통신 서비스 (십억원) | 497,102 | 529,616 | 556,303 | 581,665 | 609,664 | 639,139 | 5.2% |
| 이동통신 시스템 (백만달러) | 47,942 | 48,001 | 47,442 | 46,521 | 46,593 | 46,665 | -0.5% |
| 이동통신 단말 (천대) | 821 | 955 | 1,058 | 1,123 | 1,164 | 1,193 | 7.8% |

- 국외 시장 현황 및 전망에 관한 내용은 참고문헌 [20]의 “세계 시장 동향 및 전망”이라는 내용을 인용하여 기술하였다. Pioneer Consulting Group에 따르면 2002년부터 2008년 사이 SDR 기지국 시장은 연평균 79%의 성장을, SDR 단말기 시장은 145%의 고성장을 보여 시장 전체적으로는 연평균 88.8%의 초고속 성장이 예측된다.
- 아래 그림은 SDR 기반 기지국 및 단말기의 점유율 추이를 나타낸 것이다. 이에 따르면, 전체 기지국 대비 SDR 기반 기지국의 점유율은 2003년의 9.3%에서 2008년에는 89.8%를 이룰 것으로 예측되고 있어, 2008년 이후에는 대부분의 기지국이 SDR 기반으로 대체될 것으로 보인다. SDR 단말기의 경우에는 2003년 0.3%에서 2008년에는 8.9%에 그칠 것으로 보여, 기지국에 비해 상대적으로 늦어질 것으로 예상된다.



〈자료〉 Pioneer Consulting 자료 재구성, [20]

(그림 6) SDR 기반 기지국 및 단말기의 점유율 전망

• SDR 기지국 시장

- SDR 기지국 시장은 기존 기지국의 성능 개선이나 신기술로의 대체 수요, 가입자의 증가와 함수 관계를 가진다.
- 일반적으로 기지국의 수명을 10년으로 추정하고 있다. 따라서, 1990년대 말부터 2000년대 초에 급격하게 설치된 기지국은 2008년 경까지는 대부분 대체될 것으로 예측되고 있기 때문에, SDR 기지국 관련 시장은 앞으로 매우 빠른 성장이 예상된다. 특히, 2007년 이후에는 전체 기지국에서 SDR 기반 기지국이 차지하는 비율이 50%를 넘어설 것으로 예측된다. 이는 이동전화 가입자의 성장세가 주춤하면서 기지국 전체적인 수요는 감소할 것으로 점쳐지지만, 3G 서비스가 본격도에 들어설 것으로 예측되는 2006년까지 1G 혹은 2G 기지국을 3G로 업그레이드하기 위한 SDR 기지국의 도입이 활발하게 진행될 것이라는 예측과 맥을 같이 한다.
- 지역별 시장을 살펴보면, 매년 급격한 가입자 성장률을 보이고 있는 아시아·태평양 지역이 다른 지역보다 상대적으로 가장 큰 시장이 형성될 것으로 전망되며 북미 지역을 제외한 모든 지역에서 모두 100% 이상의 초고속 성장률을 보일 것으로 기대된다. 북미 지역이 다른 지역에 비해 상대적으로 시장 성장률이 떨어지는 이유는, 미국을 비롯해 이 지역에서는 복수 표준의 이동통신 서비스를 제공하고 있기 때문에 이종의 네트워크 간 로밍에 어려움을 겪고 있고 따라서, 다른 지역에 비해 SDR 기술의 도입이 빠르게 진행될 것이며, 성장률은 상대적으로 타 지역에 비해 이른 시기에 하락할 것으로 예측되기 때문이다.
- SDR 포럼과 Gartner Consulting이 2002년에 조사한 유럽과 북미의 SDR 기지국 시장 전망은 아래 표와 같다(6). 통계자료는 오직 새로운 3G 기지국에만 SDR 기술이 사용될 것으로 가정한다. 유럽인 경우에 2004년부터 대체될 3G 기지국은 25,000(2004년), 26,500(2005년), 28,000(2006년)개이며 이중에 SDR 기술을 사용할 기지국 수는 각각 2,500(10%), 5,300(20%), 8,400(30%)으로서 2006년까지 SDR 기지국수는 총 16,200(13%)개가 되며, 북미의 경우는 2006년까지 설치될 새로운 3G 기지국 68,500개 중에서 SDR 기지국은 14,800개(21.6%)이다. 이 결과는 Pioneer Consulting Group의 긍정적인 전망과 많은 차이가 있음을 보여준다.

〈표 6〉 SDR 기지국 시장 전망

| Europe | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | Total |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Base Station in Place | 220,000 | 235,000 | 250,000 | 265,000 | 280,000 | |
| 3G Coverage | 10.0% | 20.0% | 30.0% | 40.0% | 50.0% | |
| New 3G BS Install # | 10.0% | 10.0% | 10.0% | 10.0% | 10.0% | |
| New 3G BS Installs | 22,000 | 23,500 | 25,000 | 26,500 | 28,000 | 125,000 |
| SDR Share of New 3G BS | | | 10.0% | 20.0% | 30.0% | |
| New SDR BS | | | 2,500 | 5,300 | 8,400 | 16,200 |
| # Percent of BS in Place | | | 1.00% | 2.07% | 3.00% | (13%) |
| North America | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | Total |
| Base Station in Place | 140,000 | 150,000 | 160,000 | 170,000 | 180,000 | |
| 3G Coverage | | | 10.0% | 25.0% | 40.0% | |
| New 3G BS Install # | | | 10.0% | 15.0% | 15.0% | |
| New 3G BS Installs | | | 16,000 | 25,500 | 27,000 | 68,500 |
| SDR Share of New 3G BS | | | 10.0% | 20.0% | 30.0% | |
| New SDR BS | | | 1,600 | 5,100 | 8,100 | 14,800 |
| # Percent of BS in Place | | | 1.00% | 2.07% | 3.00% | (21.6%) |

• SDR 단말기 시장

- 선진국의 경우 단말기 교체 시기는 보통 2년 정도이며, 개발도상국에서는 4년 정도로서 지역별로 차이는 있지만 단말기의 교체 시기는 2~4년 정도로 나타나고 있다. 다만, 일본이나 우리나라의 교체 시기는 1년 내 외로 비교적 빠른 예외적인 수요패턴을 보여주고 있는데, 이는 이동전화가 사회적 분위기를 반영하여 최신 유행과 패션에 민감하게 반응하는 것으로 전문가들은 보고 있다. 소비자들의 단말기 교체시기와 포화점을 향하고 있는 이동전화 서비스의 라이프사이클을 토대로 미루어 볼 때 단말기 교체는 그 조건을 충족하고 있다고 보여진다.
- 그러나, SDR 단말 기술은 향후 2~3년간 매우 완만한 시장성장세를 보이다가 2006년 이후에나 본격적인 신장세가 이루어질 것으로 예측되고 있다. 이는 전력 소비와 배터리 수명 등 SDR 단말기의 기술적인 제약에 기인한다. 즉, 저비용으로 규모의 경제를 실현할 수 있을 때까지, 초기 SDR 단말기 제품은 기존의 단말기보다 상당히 비쌀 것이기 때문이다. 따라서, 초기 시장에서는 일반 대중시장보다는 정부, 군대, 업무용 가입자 등과 같은 틈새시장을 중심으로 시장이 형성될 것이며, 앞으로 상당기간 동안 일반 대중시장에 진출하기는 어려울 것으로 예상된다.
- 또한, 초기 시장에서는 북미 지역 시장이 SDR 기술의 초기 도입자로서 시장을 주도할 것으로 예측된다. 이는 SDR 단말의 가격이 기존 단말 가격보다 상당히 높을 것으로 예상되기 때문에, 복수 표준을 채용하고 있어 SDR이 제공하는 네트워크 간 로밍 등과 같은 부가기능과 유연성에 대한 수요가 많은 북미 지역에서 우선적으로 도입될 것으로 보인다.
- Gartner Consulting이 2002년에 조사한 유럽과 북미의 SDR 핸드셋 시장 전망은 아래 표와 같다. 표에 의하면 2004년부터 매년 10% 증가율을 보이면서 2006년까지 판매될 새로운 3G SDR 단말기 수는 유럽의 경우는 58,415K개(새로운 3G 단말기 수 : 319,450K), 북미의 경우는 35,200K개(새로운 3G 단말기 수 : 148,000K)로서 2006년까지 새로이 대체된 3G 단말기 중에서 각각 18%(유럽)와 24%(북미)가 SDR 단말기로 대체될 것으로 추정하고 있다.

〈표 7〉 SDR 핸드셋 시장 전망

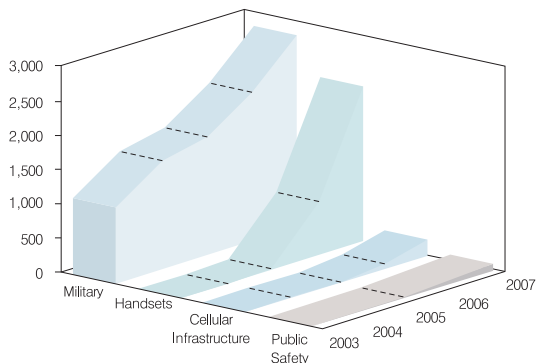
| Europe | 2002년 | 2003년 | 2004년 | 2005년 | 2006년 | Total |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Handset Sales | 165,000 | 175,000 | 181,000 | 186,000 | 186,000 | |
| 3G Handset - % of sales | 10.0% | 20.0% | 35.0% | 50.0% | 60.0% | |
| New 3G Handsets | 16,500 | 35,000 | 63,350 | 93,000 | 111,600 | 319,450 |
| SDR Share of New 3G Handset | | | 10.0% | 20.0% | 30.0% | |
| SDR Handsets sales | | | 6,335 | 18,600 | 33,480 | 58,415 |
| SDR Handset -% of total sales | | | 3.5% | 10.0% | 18.0% | (18%) |
| North America | 2002년 | 2003년 | 2004년 | 2005년 | 2006년 | Total |
| Handset Sales | 90,000 | 150,000 | 110,000 | 120,000 | 130,000 | |
| 3G Handset - % of sales | | | 20.0% | 40.0% | 60.0% | |
| New 3G Handsets | | | 22,000 | 48,000 | 78,000 | 148,000 |
| SDR Share of New 3G Handset | | | 10.0% | 20.0% | 30.0% | |
| SDR Handsets sales | | | 2,200 | 9,600 | 23,400 | 35,200 |
| SDR Handset -% of total sales | | | 2.0% | 8.0% | 18.0% | (24%) |

• 세계 SDR 시장 발전 전망

〈표 8〉 SDR 응용분야 시장 예상표

| | 2003년 | 2004년 | 2005년 | 2006년 | 2007년 | 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 Safety1.1 | 4.8 | 8.6 | 21.7 | 84.1 | 194.0 | % |
| Handsets | 0.0 | 0.0 | 8.474 | 3.3 | 2,270.9 | |

- 아래 표와 그림은 Venture Development Corporation (VDC)에서 2004년 8월에 SDR 복미와 유럽 시장 조사를 한 결과를 나타낸 것이다[38]. VDC에서는 2004년에 SDR 복미, 유럽 시장이 \$1.6 billion 이상이 될 것이라고 예상하고 있다. VDC에서는 각 시장을 Military, Commercial Wireless Infrastructure, Public Safety&Homeland Security, Cellular handsets, Wireless LAN 분야로 나뉘었으며 각 부분에 대한 예상은 아래 표에 나와 있다. 아래 표와 그림에 따르면 VDC에서는 SDR 기술은 military분야에서 큰 시장을 형성하게 되고 commercial 분야로 확산될 것으로 예상하고 있다.



(그림 7) SDR 응용분야 시장 예상도

〈표 9〉 SDR 응용분야 시장 요약

| Application Segment | Market Penetration | | Market Potential | Potential Growth Scenarios | | SDR Level Advancement | Relevant Hardware Technologies | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|-----------|-----------------------------|---|---|---|--------------------------------|-----|-----|-----|--------|
| | 2003 | 2007 | | Positive | Positive | | DSP | FPG | RBP | RFF | AD /DA |
| | | | | | | | | | | | |
| Military | Moderate | Very High | Very Large | <ul style="list-style-type: none">- High number of units procured- High per unit cost- Accelerated SDR programs and contract awards- RFFE technology maturity | <ul style="list-style-type: none">- Low number of units procurement- Unsuccessful prototyping phases- Slow SDR adoption by Non-U.S. nations | Hardware : High Feature : High Implementation : High | V | V | - | V | V |
| Cell / 3G Infrastructure | Low | Moderate | 2G : Small 3G : Moderate | <ul style="list-style-type: none">- SDR solutions from start-ups chosen- Clear success of current deployments- Improved total life price / performance for SDR BTS- Proliferation of 3G and WiMAX standards- Proprietary protocols (i.e. iDEN) use SDR | <ul style="list-style-type: none">- ASICs from established vendors remain major factor- Major issues in current deployments- Price/ performance lags behind traditional BTS- NEPs wait for latest 3G and do not purchase upgradable equipment | 2F multi-Protocol Hardware : Moderate Feature : High Implementation : Moderate 3G protocol Hardware : Moderate Feature : Low Implementation : Moderate | V | V | V | - | V |
| Public Safety & Homeland Security | Very Low | Low | Large-High | <ul style="list-style-type: none">- High volume of JTRS radios reduces cost for PS application- Rapid and efficient standards adoption- Centralized funding from state and DHS level for procurement- Entrenched vendors offer SDR- PS officials utilize non entrenched vendors | <ul style="list-style-type: none">- High price of SDR technology prevents PS applications- Slow standards adoption- Non-centralized procurement efforts- Entrenched PS vendors do not offer SDR- New SDR vendors cannot make up ground held by market leaders | Hardware : Low Feature : Low Implementation : Low | V | V | V | V | V |
| Cellular Handsets | Very Low | High | Very Large | <ul style="list-style-type: none">- RBPs are heavily adopted before major chipmakers join market- High end-user demand for multi-protocol capabilities- Maintenance of cellular landscape with many protocols- SDR RFFE technology matures faster than expected | <ul style="list-style-type: none">- RBP remains too technologically immature to apply- Consolidation of protocols- SDR RFFE technology remains immature- SDR remains too costly and is limited to ultra-high-end devices | Hardware : Low Feature : Moderate Implementation : Low | - | - | V | V | - |

| Application Segment | Market Penetration | | Market Potential | Potential Growth Scenarios | | SDR Level Advancement | Relevant Hardware Technologies | | | | |
|---|--------------------|----------|------------------|--|---|--|--------------------------------|-----|-----|-----|--------|
| | 2003 | 2007 | | Positive | Positive | | DSP | FPG | RBP | RFF | AD /DA |
| | | | | | | | | | | | |
| WLAN | Very Low | Moderate | Moderate | <ul style="list-style-type: none">- WLAN gains vendor attention for SDR- SDR WLAN solutions attain price / performance similar to current solutions- Public adoption of several new WLAN protocols- Successful development of WLAN RBP technology | <ul style="list-style-type: none">- Widespread lack of vendor focus on Wi-Fi SDR- Rapid price declines in current ASIC solutions- Continued dominance of one or few protocols (i.e. 802.11) precludes SDR application | Hardware : Low Feature : Moderate Implementation : Very High | V | - | V | - | V |
| Emerging Markets (Transportation, RFID, Academic, Automotive, Testing, Consumer Electronics) | Very Low | ? | Small to Medium | <ul style="list-style-type: none">= markets mature faster than expected- SDR technology is easily transferable to many markets- Increased awareness of SDR solutions for basic market applications- Many niche vendors players emerge | <ul style="list-style-type: none">- SDR vendors focus on larger markets- Lack of commercial SDR standards- Lack of SDR awareness | ? | V | V | V | V | V |

- SDR은 기존 통신 시스템과 달리 소프트웨어로 제어 가능한 하드웨어로 구성되며 기기의 업그레이드와 재설정이 소프트웨어 교체만으로 가능하다. 따라서 장비제조업체는 대량 생산으로 원가를 절감할 수 있게 되고 사업자들은 하나의 하드웨어 구입비용이 줄어들어 수익 창출에 도움이 되고 가입자는 자신의 단말기로 세계 어디서나 통화하는 것이 가능한 장점이 있다. 하지만, SDR은 우선 아직 상용화되지 않은 기술이며, 현재 사용되고 있는 HDR(Hardware Defined Radio)과 비교할 때 크기, 무게, 전원 문제 등으로 인해 기지국에 더 적합한 형태이고, 특히 미국 정부는 SDR의 기능에 대해 문제점을 제기하는 등의 단점을 갖고 있다. 특히 아날로그 기능은 디지털 기능만큼 쉽게 맞춤화될 수 없으므로 현재는 RF 프론트 엔드에 한계가 있고, 멀티밴드 안테나 시스템과 전력증폭기도 개발되어야 하는 과제가 있다.
- 최근 기술발전 추세 등을 볼 때 소프트웨어 기반 기술의 중요성이 부각되고 있으며, 전문가들은 SDR의 도입에 따라 현재 하드웨어 중심인 무선 분야에서도 소프트웨어가 하드웨어를 지배하는 시대가 올 것으로 예상하고 있다. 또한, SDR은 핸드 헬드 기기는 물론 인프라에 보편적으로 적용할 수 있는 범용적인 기술이 될 수 있을 것으로 예상되고 있다.

2.3. 기술개발 현황 및 전망

2.3.1. 국내 기술개발 현황 및 전망

- 정부정책기조
 - 정보통신부는 발전해가는 무선통신기술 수준에 맞추어 주파수 관리 차원과 이용효율화 차원에서 국가적인 검토가 필요하며, 미래의 유비쿼터스 환경에서의 무선통신의 역할을 증대시키기 위한 준비를 하고 있다. 아울러 관련 기술을 확보하기 위하여 다양한 국가적 차원이 기술개발 과제를 추진하고 있다.
- 국책 연구소
 - ETRI에서는 2003년까지 SDR 기반 기술을 확인하고 검증하기 위하여 CDMA2000과 WCDMA 규격의 모뎀을 SW만으로 동작이 가능한 실시간 SW 모뎀 플랫폼을 개발하였다. 최근에는 이러한 기반기술로부터 상용화가 가능한 이중모드 기지국 개발을 추진하고 있으며, 이 기지국은 WiMAX와 HSDPA의 기능이 동일한 기지국 플랫폼에서 수행이 가능함으로써 CDMA기술과 OFDM 기술이 동시에 같은 플랫폼상에서 SW만으로 동작이 가능하게 된다.
 - ETRI에서는 정통부 선도 기반 기술개발 사업의 하나로 재구성 가능(Reconfigurable) 다중모드 기지국을 개발하고 있다(2004~2006년).
 - ETRI에서는 정통부 사업으로 SDR 기술개발의 확장기술로 Cognitive Radio 기술을 개발하고 있다.
- 산업계
 - 대기업 및 벤처 기업에서는 3G 이동통신 시스템에 재구성 가능한 시스템 개발을 위한 기술 적용에 대한 연구를 진행하고 있다.
 - 삼성탈레스에서는 RF단을 제외한 군용의 재구성 가능 통신 시스템을 구현한 바 있으며, 실시간 구현을 목적으로, 다운로드에 의한 소프트웨어의 재구성을 통해 기존 통신과 시스템과의 상호운용 및 다양한 통신 모드 및 응용에 대해 확장이 가능토록 한 하드웨어 구조를 제안하였다.
 - 삼성전자 등은 다중모드 단말기 과제를 추진 중이나 3세대 이전의 기술을 기반으로 하며, 표준화된 구조를 지향하기보다는, 현재의 기술 시장을 확보하기 위한 미래형이 아닌 삼성전자 자체의 규격으로 개발하고 있다.
 - 삼성전자, LG전자 등은 SDR 단말기를 외국의 업체와 공동으로 추진하고 있으나, 당장 상용화 및 수익성을 고려하고 있으므로, 완전한 미래지향적인 SDR 기반 구조를 채택하지는 않았다.
 - SKT, 삼성종합기술원 등은 SDR 적용을 위한 첨단 알고리즘 및 SDR 시스템 설계를 위한 기반 기술을 개발 중이다.
- 학계
 - 한양대학교의 HY-SDR 연구센터는 SDRForum(SDRF)와 Object Management Group(OMG)에서 진행

중인 스마트 안테나 API의 초안을 제시하였고, 지속적으로 업데이트에 주도적인 역할을 담당하고 있다. 또한 스마트 안테나 API 기반 WiBro와 HSDPA의 Dual mode 기지국을 개발하고 있으며, 구현 기술에 대한 원천 기술 확보 및 IPR 확보에 주력하고 있다.

- KAIST는 상용 SCA 기반 미들웨어를 이용하여 SDR 시스템 기술을 개발 중에 있다.

• 국내 특허출원 현황 및 전망

- ETRI에서는 SDR 기반의 모뎀 플랫폼과 SDR 기반의 통신 장치의 구성 모듈에 관한 특허 등을 출원하였다.

- 삼성전자 및 LG전자, 그리고 포항공대 및 한양대학교에서 일부 SDR 관련 특허를 보유하고 있다.

- 국내에서는 다음과 같은 SDR 기지국 관련 특허 기술을 출원하였다.

- SDR 기지국 컴포넌트 재구성 기술
- SDR 기지국 소프트웨어 다운로드 기술
- SDR 기지국 컴포넌트 소프트웨어 배치 기술
- SDR 기지국 컴포넌트 핫스와핑 기술
- SDR 기지국 소프트웨어 컴포넌트 장애 처리 기술

- 광대역의 Reconfigurable RF 관련 특허와 단말기용 SDR 관련 특허는 거의 없다.

- 현재 상황을 비추어볼 때 SDR 기술에 대한 연구와 더불어, 지적재산권 확보, 표준화 선도등을 통하여 이동 통신 시장에서의 경쟁력을 높이는 것이 중요하다고 전망된다.

2.3.2. 국외 기술개발 현황 및 전망

• 주요국가의 정책기조

- 미국

◦ FCC에서는 미래의 주파수 이용 효율을 극대화하기 위해 SDR 기술 및 CR 기술의 도입이 필요함을 인정하고 이의 기술 확보를 위해 지원하고 있다.

◦ SDR 인증제도 제정과 관련된 1st report and order (ET Docket No. 00-47, FCC 01-264)를 발표하였다.

◦ 2004.11 FCC는 SDR 장비 사용을 최초로 승인하였다.

- 유럽

◦ 유럽의 WINNER를 비롯한 WWRF, E2R 등 대형 연구 프로젝트를 통해 주파수의 이용효율 증대를 위한 기술개발 중이며 이를 통한 정책 반영이 예정되어 있다.

- 일본

◦ 정부 주도 하에 표준화를 추진하고 있다.

• 산업계

- 미국

- 샌드브릿지사는 자사의 SandBlaster라는 프로세서를 활용하여 SDR 기반의 WCDMA 단말기를 개발하였다.
- Intel, TI, Xilinx 등 프로세서 제작업체는 멀티코어 기반의 프로세서 구조를 제시하고 있으며 이를 활용하여 고성능을 확보하고 있다. 프로세서의 성능이 고도화됨에 따라 단일칩으로의 System on a Chip의 가능성이 높아지고 있으며 점차 하드웨어보다 소프트웨어로 처리하는 방향으로 발전하고 있다. 예를 들어 예전에는 MPEG 신호를 HW 보드로 처리하던 것을 컴퓨터 기술의 발전으로 대부분 소프트웨어로 처리하는 발전방향과 유사하다.
- AirNet Communication사는 GSM, GPRS, EDGE 세 가지 모드 변경이 동일 플랫폼 상에서 무선 인터넷을 통해 소프트웨어 업그레이드가 가능하도록 설계한 AdaptaCellTM을 1997년에 발표하였고, 이후로 광대역, software defined 구조의 AdaptaCell BTS Series를 제품을 개발하였다. 이는 무선 인터넷을 통해 소프트웨어 업그레이드가 가능하고 AirSite® BTS와 함께 제한된 응용을 지원한다.
- Harris, BOEING사 등 방위산업체는 SDR 기반의 Handheld 제품을 이미 활용하고 있다. Harris사에서는 공통 플랫폼에서 동작하는 다중 대역 소프트웨어 기반 군용무선 시스템인 FALCONTMII를 발표하였다.
- Virginia Tech. MPRG는 OSSIE(Open Source SCA Implementation) 개발하였다.
- 1992년부터 DoD/DARPA에 의한 SPEAKEasy I,II 프로젝트 수행을 수행하고 있다.
- Motorola가 MExE 규격을 이용한 JAVA 기반 Virtual Machine 연구 중에 있다.
- VANU Software Radio 기지국은 산업용 표준 하드웨어에서 실행될 수 있도록 범용프로세서(CPU : 2개의 Xeon 2.8GHz 칩 사용)에 사용되는 객체지향 언어를 사용하여 완전 소프트웨어로 개발되었다. 기존에 설치된 VANU Software Radio 기지국 장비에 새로운 무선 프로토콜로 업그레이드함으로써 향후 장비 비용을 절감시켜 주며, 또한 산업 표준 하드웨어의 사용으로 고객의 가격대비 CPU성능을 극대화시켜 준다. 즉, 서버와 CPU 성능의 향상에 따른 동반 이익을 준다. VANU Software Radio 기지국은 GS에 처음 적용되었으며, 크게 RF front-end hardware, signal processing server, waveform protocol software등의 3부분으로 나누어질 수 있다. 소프트웨어를 최소 부분만 변경함으로써 다른 기능을 수행할 수 있도록 객체지향 설계기술이 사용되었다. 이는 고급언어와 VANU의 software radio core 기술이 결합되도록 사용되었다. 기지국은 산업용 물리계층 신호처리모듈부터 완전한 BTS 까지 계층적 구조로 제작되었다.

- 유럽

- Nokia는 OMA와 3GPP 등 국제표준 규격을 주도하고 있으며, 향후 Smartphone의 시장 잠재력을 높이 평가하고 시장에서 주도권을 확보하기 위해 Symbian OS에 대한 지원 강화와 라인업 확대를 꾀한다는 방침에 있다.
- 유럽은 ACTS, Esprit, RACE에 이어 IST 프로젝트를 중심으로 기술개발 중에 있다.

- 기타 주요국가

- 캐나다 CRC 사는 SCA 2.2 기반의 SCARI 소프트웨어 플랫폼을 개발하였다.

- 호주의 SDRCT(구 ACT)사는 다중 네트워크 환경에 공통인프라구조를 제공함으로써 CDMA 방식의 경우 칩셋의 칩셋을 이용하지 않고도 네트워크 제공자가 GSM, CDMA, W-CDMA, UMTS 등의 서비스 프로토콜 제공이 가능하도록 한 SpectruCell SDR 플랫폼을 발표하였다.
 - 캐나다 벤쿠버에 위치한 Spectrum Signal Processing사는 SDR-3000, SDR-4000 Series를 발표하였으며, 이 제품들은 자사의 flex-Comm 플랫폼 시리즈로서 고성능 고기능의 SDR 구현에 맞도록 설계되었다.
 - 일본의 KDDI에서는 소프트웨어 다운로드가 가능한 PHS 기지국 테스트베드를 발표하였다.
 - 세계 각국은 미래의 주파수 고갈 사태를 대비하고 있으며, 미국은 주파수 자원의 탄력적 사용 기술을 개발하기 위하여 TV주파수대역의 디지털 전환 후에 잉여 주파수 대역을 효과적으로 활용하기 위한 Cognitive Radio의 일종인 Agile Radio 기술을 IEEE802.21규격으로 개발 중에 있다.
- 주요국가의 주요 국가별 특허출원 동향
 - 선진 유수 기관의 SDR 기술개발로 프로세서, RF 부품, AD변환기 등 관련 부품이 이미 출시되어 있으며 이와 관련한 특허가 다수 있다.
 - SDR Forum 등의 표준협의체와 미 국방성등의 XG 프로젝트 및 E2R 등 선진 연구프로젝트에 의해 산출된 특허가 다수 있다.
 - 해외는 다음과 같은 SDR 관련 특허 기술이 출원되었다.
 - 소니 : SDR용 범용 플랫폼(WO 02/05444 A1)
 - ROKE MANOR : SDR용 관리 모듈 (WO 01/90891 A1)
 - 필립스 : 통신용 소프트웨어 재구성 방법 (WO 01/62027 A1)
 - HARRIS : 재구성 무선 시스템 구조 (US 6,091,765)
 - SDR 단말 관련 컴포넌트 기반 기술 및 구조에 관한 특허도 다수 출원되고 있다.

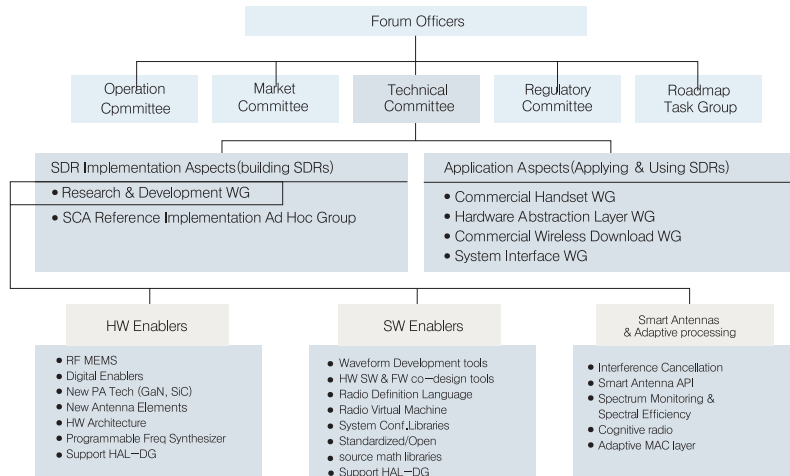
2.4. 표준화 현황 및 전망

2.4.1. 국내 표준화 현황 및 전망

- 현재 국내에서는 TTA의 SDR Ad-Hoc Group에서 여러 전문가들이 정기적으로 회의를 가지면서 연구발표하고 있는 정도이며, SDR 기술관련 표준개발 연구는 각 연구소 및 학계에서 부분적으로 진행하고 있다.
- TTA 차세대이동통신 프로젝트그룹(PG301) 산하 이동전화 단말 외부 인터페이스 특별반이 구성되어 운영되고 있다.
- 한국무선인터넷 표준화 포럼(KWISF : Korea Wireless Internet Standardization Forum)은 WIPI 세계화를 위해 OMA(Open Mobile Alliance), JCP(Java Community Process) 등 국제표준을 주도하는 노키아, 썬 등과 협력관계 추진 중이다.

- 정통부 주파수과에서는 미래의 주파수 정책 수립을 위하여 현재 사용 중인 모든 주파수의 이용 효율을 증대시키기 위한 기술을 도출하고 이를 지원하기 위한 기획 작업을 추진 중이다.
- 정통부의 전파연구소에서는 SDR 규제 관련 업무를 담당하고 있다.

2.4.2. 국외 표준화 현황 및 전망

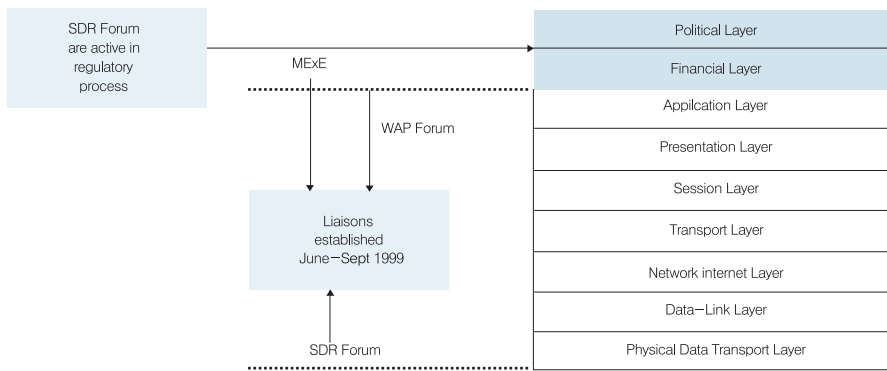


(그림 8) SDR 포럼 조직도 및 R&D WG 구성도

- 군과 상업적 무선통신 분야의 새롭고 도약적인 기술로 고려된 SDR 기술의 보편화된 표준화를 위하여 1996년에 설립된 SDR 포럼(1998. 12 이전 MMITS(Modular Multifunction Information Transfer System)으로 불리움)은 비영리 단체로서 군을 포함한 100여 개 산·학·연이 개방 구조 하에서 SDR의 상용화를 위한 표준안 구축을 위하여 연 5회의 정기적인 모임을 갖고 있다. SDR 포럼은 상업용, 공공기관(경찰서, 항공, 소방서 등), 군용 세 분야의 무선통신에서 모두 수용 가능한 SDR 표준을 마련하기 위하여 글로벌 규제 프레임워크의 창출을 주요 목적으로 각 국가와 국제단체와의 긴밀한 공조 하에 표준화를 진행 중이다[22].
- 본 절에서는 SDR 포럼의 활동을 중심으로 표준화현황을 기술하고자 한다[22]. 위 그림은 SDR 포럼 및 R&D WG의 조직도를 보여주고 있다[7,9]. 시장 위원회(MC)는 국제 컨퍼런스 참가, 언론배포 등을 통하여 세계 무선통신 분야에 SDR 포럼의 인지도를 높이며 SDR의 시장성 및 SDR의 발전방향 예측 및 홍보를 수행하였다. 규제위원회(RC)는 전세계에서 SDR 시스템 개발을 수용할 수 있는 global regulatory 프레임워크를 세우기 위하여 미국의 FCC(Federal Communication Commission)와 같은 서로 다른 규제당국 조직과 연계하여 활동 중이다. FCC에서는 SDR 기술에 대한 미 정부의 정책적인 지원방향을 SDR 포럼으로부터 제시받기 위하여 NOI(Notice of Inquiry)에 대한 답변제출을 요구하였다. 2000년 6월 SDR 포럼회원들의 의견이 제출되었고, 2000년 7월 FCC로부터 이에 대한 회신을 받은 상태이다.
- 기술 위원회(TC)의 경우 SDR 포럼 내 기술적인 모든 측면을 다루고 SDR 다중 프로세서 시스템 설계 참고

모델로 사용될 수 있는 개방구조를 정의하였다. 이 구조는 시스템의 서로 다른 블록들 사이에 통신을 허용하는 API들을 포함하였다. 기술위원회 내에는 여러 WG들이 구성되어 원격회의 및 워크숍을 진행하였다. R&D WG은 현재 SDR 포럼에서 상용화 시스템 모델 제시를 위하여 형성된 그룹으로 조직도 정리단계로서, SDR 소프트웨어, 하드웨어, 시스템에 관련된 연구와 개발을 총괄하고 있다[11,12].

- R&D WG에서는 통신서비스 제공업자들의 기술적인 요구사항들을 도출하기 위한 요구사항 워크숍을 2003년 말에 개최하여, 이를 토대로 한 기지국 모델을 제시하고, SCARI를 기본으로 한 SCA 호환(Compliance) 아마추어급의 저비용 핸드셋 모델을 2004년 말에 시범 운영할 계획이다[7,15].
- SDR 포럼에서는 WAP(Wireless Application Protocol) 포럼과 ETSI SMG4-MExE (Mobile Execution Environment)와 함께 프로토콜 스택의 상부로부터 소프트웨어 다운로드, 보안과 암호화를 위한 표준화 작업을 하고 있으며, SDR 포럼은 프로토콜 스택의 하부구조로부터 소프트웨어 다운로드와 재구성력을 표준화하기 위한 일을 진행 중이다. 또한, SDR 포럼은 아래 그림의 표준화 구축방향과 같이 이러한 모든 프로토콜에 대한 정책적, 경제적인 규정에 대한 방침까지 제시할 계획을 갖고 있다.



(그림 9) SDR 포럼의 표준화 단계

- ITU-R에서의 SDR은 이동통신 시스템에 기술적 가능성과 규제환경에 큰 영향을 미칠 새롭고 유연한 기술로 고려하여 WG 결성을 제안하였고 이 그룹은 ITU-R 비전그룹 내에 하에 결성되어 기술적 영향과 규제에 대하여 다룰 것이다. SDR 포럼은 ITU-R과 연계하여 SDR 정의와 구조 등에 대한 문서를 제출하고 기술 전파 및 이용 가속화에 심혈을 기울이고 있다[15].
- OMA(Open Mobile Alliance)는 SDR 단말 플랫폼 위에서 구현되는 애플리케이션의 표준화 작업을 담당하며, 2004년 MMS와 DRM 등에 대한 표준 규격을 제정한 데 이어, 2005년에는 '모바일 방송' (Mobile Broadcasting)과 '푸시 투 톡 오버 더 셀룰러' (Push to talk over the Cellular) 등으로 표준 규격을 제정, 확대하고 있다.

2.5. 표준화 대상항목별 현황 분석표

| 구분 | | S/W 다운로드 | 가솔리온피규러블 시스템 기술 | RF Device 기술 |
|---------------------------|-----------|--|---|--|
| 표준화 대상항목 | | - Software Architecture 기술 - 터미널 재구성 및 보안기술 | - 스마트 안테나/MIMO 기술 - SPS 기술 | - 멀티밴드/멀티모드 안테나 기술 - 다중모드/밴드 RF front-end 기술 |
| 시장 현황 및 전망 | 국내 | <ul style="list-style-type: none"> - 4G 관련 IPR 확보를 위해 표준화 진행 중 - 기존 망과 통합을 위해 S/W Architecture 확보 시급 - 2006년에 세계 최초로 4G 기술 공개 시연 - 2007년경 주파수가 결정되고 2010년 표준화 확정을 거쳐 사업화될 전망 - 저비용 구조를 갖고 있는 재구성 가능 이동통신 시스템은 빠른 시장 진입을 위한 좋은 기회 - 3G를 제공하는 새로운 재구성 가능 기지국 설치와 함께 기술도입이 이루어질 것으로 기대. 다양한 기술적 요구사항을 만족시키고 재구성 가능 이동통신 시스템을 위한 다양한 법 및 규제에 대응한다면 상당한 시장 기회 가능성 기대 | | |
| | 국외 | <ul style="list-style-type: none"> - 미국 국방성에서 전군의 통합 망을 구축하기 위해 JTRS 프로젝트 진행 중 - JTRS 프로젝트로 축적된 기술을 상용화 예측됨 - 전체 기지국 대비 SDR 기반 기지국의 점유율은 2003년의 9.3%에서 2008년에는 89.8%를 이룰 것으로 예측됨 - SDR 단말기의 경우에는 2003년 0.3%에서 2008년에는 8.9%에 그칠 것으로 예측되며 기지국에 비해 상대적으로 늦어질 것으로 예측됨 - 아시아/태평양 지역이 상대적으로 큰 시장 형성 및 초고속 성장을 할 것으로 전망(북미 제외) - 최근 상용화되고 있는 SDR 플랫폼은 기저대역 중심, DDC와 DUC 또는 multi DSP 보드를 대상으로 한 제품도 많이 발표 - DSP와 FPGA를 혼합한 형태의 리콘피규러블소자도 Chameleon systems나 샌드브릿지 등에서 개선된 버전을 발표 | | |
| 기술 개발 현황 및 전망 | 국내 | <ul style="list-style-type: none"> - SDR Ad HOC Group을 구성 - SDR 기술의 전제적인 표준화 쟁점에 대해 기술적인 검토 및 연구발표를 진행 중 - 무선통신사업자들의 보안, 인증관련 기술력은 선진수준 - 한국전자통신 연구원에서 연구 중 | <ul style="list-style-type: none"> - 대기업 및 벤처 기업에서 3G 이동통신 시스템에 구성 가능한 시스템 개발을 위한 연구를 진행 - 학계에서는 요구되는 기반기술 및 DSP 알고리즘 개발 | <ul style="list-style-type: none"> - EMW 안테나, 삼성전기, 에이스테크, 놀로지, 케이세라 모비너스 등에서 다중대역 안테나 개발 및 양산 중 - LG 이노텍, 삼성전사에서 안테나 스위치 모듈 형태로 개발 |
| | 국외 | <ul style="list-style-type: none"> - 미국 국방성 산하 JTRS 조직에서 보병 및 차량 이동용 기술 보유 - Raytheon 및 Boeing사에서 SCA 관련기술 보유 - 마산가지로 각 무선통신관련표준기관별(3GPP, IEEE) 국제표준에 의거한 보안 및 인증기술 보유 - Harris, GD, 모토로라 등에서 다운로드 기술 및 보안 시스템 기술 (군용) 개발 중 | <ul style="list-style-type: none"> - 미국의 AirNet Communication사, Harris사, 호주의SDRCT(ACT)사, 캐나다의 Spectrum Signal Processing사, 일본의 KDDI사 등에서 재구성 가능 이동통신 기지국과 스마트 안테나 연구 | <ul style="list-style-type: none"> - SandBridge사의 SDR 프로세서 개발 - BitWave Semiconductor사에서 PDC, GSM, W-CDMA, CDMA2000, HSDPA, 무선랜, WiMAX, IEEE 802.11b/g 규격의 무선 랜 등 서로 다른 방식의 무선 송수신 회로를 단일 칩 CMOS IC로 처리하는 기술개발 - IMEC에서 2G range(UMTS TDD, HRHM, 802.11b) 5G~6GHz (WLAN 802.11a,n) 0.13um CMOS공정으로 SDR front-end chip 개발 - Technoconcepts사에서 자체 기술 이용, SDR에서 적용 가능한 TRS (True Software Radio) 기술 RF칩 개발 - 미국 Skycross, 일본 murata에서 다중대역 및 칩 안테나 개발 및 양산 |
| 기술 개발 수준 | 국내 | 표준기획 | 시제품 | 구현 |
| | 국외 | 표준기획 | 시제품 | 시제품 |
| | 기술 관리자 | 3 ~ 4년 | 미국, 유럽 - 0.5년 | 1년 |

| 구분 | | S/W 다운로드 | 기술리온파워를 시스템 기술 | RF Device 기술 |
|--------------------------------|-----------------------|---|--|--|
| IPR 보유현황 | 관련 제품 | - VANU Software Radio(BS), Airtel (AdaptaCell BS System), PA Consulting (Multi-mode 3G SDR BS) - 대칭키 방식으로 단말기 특성을 고려 한 AES(Advanced Encryption Standard) 알고리즘 | -Sandblaster 3000 series (Sandbridge), PC1x series (Picochip) | - Bitwave사에서 RF front-end module 시제품 출하 예정 - AD9777(Analog Device High- speed AD converter) |
| | 국내 | 없음 | - ETRI, 삼성전자, SAS Tech, 한양대 등에서 SPS 개발 기술, 스마트 안테 나 구현 기술 등 다수 보유 | - 삼성전자에서 “휴대 가능한 에스디알 장치 및 이의 동작방법” 특허 보유 - 삼성전기, 에이스 테크놀로지, EMW 안테나, 삼성전자, 케이세라에서 다 중 대역/광대역 안테나 다수 보유 |
| | 국외 | - Global Roaming 외 다수 추정 | - 에릭슨, 루슨트, 모토로라, 노키아 등 에서 SPS 개발 기술, 스마트 안테나 구현 기술 등 다수 보유 | - 노키아의 “FRONT-END TOPOLOGY FOR MULTIBAND MULTIMODE COMMUNICAT- ION ENGINES ” (GSM /WCDMA 대역) - 필립스의 “Multi-band receiver” (HIPERLAN /802.11a) - PARTHUS TECHNOLOGIES의 MULTI - BAND RECEIVER” (GPS/GLONAS) - 소니, 에릭슨, 모토로라, 노키아, skycross, murata에서 다중대역 및 광대역 칩 안 테나 등의 특허 다수 보유 |
| | IPR확보 가능분야 | - S/W Architecture 기술 - Adaptive Network 기술 - 터미널 재구성 기술 - 보안 및 인증 기술 | - 스마트 안테나 기술 - SPS (Signal Processing Subsystem) 개발 기술 | -다중모드/밴드 안테나 기술 -RF Front-end 기술 |
| PR확보가능성 | | 보통 | 높음 | 높음 |
| 표준화현황 및 전망 | | - SCA(Software Communication Architecture)에 관련된 기술에 대한 표준화 진행 예상 - SDR 용 단말기의 구성이 이루어진 후 객체지향 개념의 프로그램 기법을 기반으로 단말기 재구성 방법 및 S/W 관리에 대한 표준화 진행 예상 | - 국내 : HY-SDR 연구센터와 미국 버 지니아 공대가 연합하여 OMG와 SDRF를 통하여 진행 중 - 국외 : 미국, 일본, 유럽 등의 각 기업 별로 IPR을 기반으로 표준화 진행 중 - ETRI의 선도 기반 과제 결과물로 표 준화 진행 예상 | - 소비자기술에서의 표준화는 기본적으로 COTS (Commercial Off-The-Shelf)기 술이므로 추진되지 않음 - 단지 IPR 확보차원에서의 연구개발 이 요구됨 |
| 표준화 기구/ 단체 | 국내 | TTA, ETRI, SDR Ad Hoc 그룹 | TTA SDR Ad Hoc 그룹 | TTA, ETRI, SDR Ad Hoc 그룹 |
| | 국외 | SDRF, JTRS, CRC, WAP, ETSI | SDRF, ITU-R 8F | SDRF, ITU-R 8F |
| | 국내 참여 업체 및 기관현황 | 삼성전자, LG전자, 전파연구소, ETRI, KETI, HY-SDR 연구 센터, MICT(전 일본 우정국), TTA | 삼성전자, LG전자, 전파연구소, ETRI, KETI, HY-SDR 연구센터, MICT(전 일본 우정국 CRL), TTA | 삼성전자, LG전자, 전파연구소, ETRI, KETI, HY-SDR 연구센터, MICT(전 일본 우정국 CRL), TTA |
| | 국내 기여도 | - 현재는 표준 기획단계로 다양한 테스 트베드를 통해서 실험 중에 있음. | 높음 | - |
| 표준화 | 국내 | 표준기획 | 표준항목승인 | 표준기획 |
| 수준 | 국외 | 표준기획 | 표준안 개발/검토 | 표준기획 |
| 국내표준화의 인프라수준 (시장요구정도 및 참여도) | | 보통 | 높음 | 높음 |

3. 중점 표준화항목의 표준화 추진전략

3.1. 중점기술의 표준화 환경분석

3.1.1. 표준화 추진상의 문제점 및 현안사항

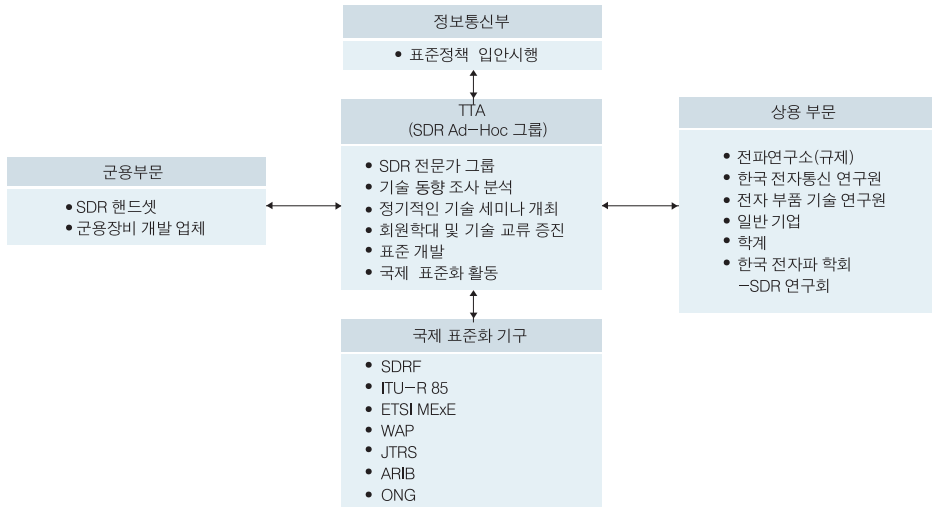
- SDR 기술 표준화와 관련하여 공식적인 표준 컨소시엄은 오직 SDR 포럼 뿐이다. 그러나 전세계적으로 SDR 기술과 관련하여 많은 표준개발기구와 R&D 컨소시엄들이 다양한 형태로 직간접적으로 연관되어 있다. SDR 포럼에서는 현재까지 앞에서 언급한 표준화 대상 기술 중에서 표준으로 채택되어 확정된 기술은 없으며 표준개발이 진행 중이다. 다만 JTRS JPO의 SCA 구조를 소프트웨어 구조로 채택하였으나 보다 구체적인 사양을 표준화하기 위하여 계속 표준 연구개발이 진행 중이다. 국내에서는 SDR 표준화를 위하여 구체적인 활동을 추진하는 소사이어티는 없으므로 본 연구에서는 세부적인 기술보다는 표준화활동을 활성화하기 위한 추진 방안을 기술하고자 한다.
- 무선통신서비스 제공업자(예: 텔레메틱스, 인터넷, WAN, 2.5G/3G 등)를 위한 주요 시장요구사항(Market Requirement)을 수집하고 문서화하기 위한 연구회(Study Group)의 구성이 필요하다.
- SDR 표준 정의를 도출해내기 위한 기술 사양(Technical Specifications)과 소프트웨어 개발자 및 하드웨어 제조업자들의 개발 요구사항의 토대가 될 수 있는 SDR 특징과 기능들을 구체화시키고 정의하기 위한 연구개발이 지속적으로 진행될 수 있도록 하는 정책을 추진해야 한다.
- SDR 표준 개발과 SDR 사용 증진을 위하여 시장요구사항을 제안하는 서비스 제공업자의 적극적인 연구회 참여를 유도해야 한다.
- 새로운 생산품, 서비스 및 응용을 가능하도록 하거나, 시장의 요구를 만족시킬 수 있는 새로운 SDR 기술들을 파악하고, 관련된 전문가들 및 기술논문을 조사 분석하는 연구 등이 추진될 수 있도록 연구회의 기술적인 활동을 적극 지원해야 한다.
- 정기적인 SDR 기술 학술회의를 통하여 개발된 다양한 시스템 및 기술의 운용시범을 적극 권고하고, 우수 성능 SDR 개발자에 대한 정부의 전폭적인 연구비 지원과 함께 국제표준화 진입을 추진해야 한다.

3.1.2. SWOT 분석 및 표준화 추진방향

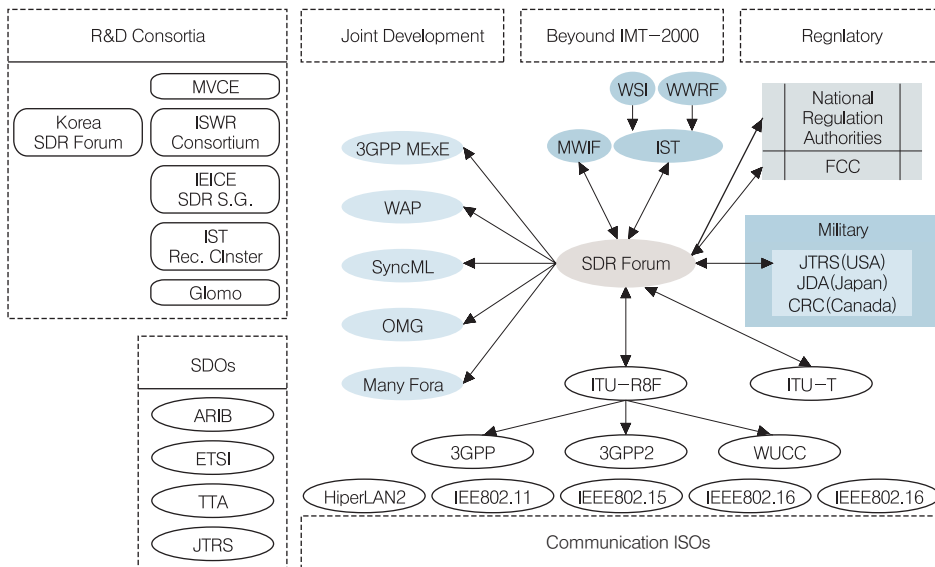
| <div style="text-align: center;"> <div>국내 역량요인</div> <div>국내 역량요인</div> </div> | | | 강점 요인 (S) | | 약점 요인 (W) | |
|--|--------|--|---|---|-----------|---|
| | | | 시 장 | - 신규서비스에 대한 관심 및 시장 역량 고조 | 시 장 | - 이동통신 시장규모의 한계 |
| | | | 기 술 | - 특정한 이동통신 Infra 구축 및 선진국 수준의 정보통신 전문인력 보유 | 기 술 | - 기술 표준 주도의 한계 및 원천기술의 국외 의존 |
| | | | 표 준 | - 정보통신분야 국제표준 전문가 보유 및 활동 | 표 준 | - SDR 분야 국제표준 전문가 부족, 활동 미흡 |
| 기 회 요 인 (O) | 시 장 | - 4G 이동통신 및 WiBro / HSDPA 등 다중모드 또는 융합 서비스 준비 중 | <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> SO 전략 ST </div> <div style="margin-right: 10px;"> WO 전략 WT </div> </div> | | | - 현황분석에 의한 우선순위 : 4 |
| | 기 술 | - 무선인터넷 기술분야 세계 최초 상 용화 기술 보유 | | | | - 국내 전문가 양성 및 국제표준화활동 적극 지원 - 국내 기술개발 투자 확대로 원천기술 국외의 존도 개선 |
| | 표 준 | - 휴대인터넷 표준 선도 가능위협요인 | | | | <WO전략 : 만회 전략(약점극복-기회활용)> <WT전략 : 방어적 전략(약점최소화-위협회피)> |
| 위 협 요 인 (T) | 시 장 | - Switchable한 다중모드 시스템 탄생 - SDR 시스템 가격 경쟁력 약화 | <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> SO 전략 ST </div> <div style="margin-right: 10px;"> WO 전략 WT </div> </div> | | | - 현황분석에 의한 우선순위 : 2 |
| | 기 술 | - 기술개발 투자 저조로 상대적 기술 수준 열세 | | | | - SDR기술의 효율성 부각 및 상대적 시장성 제고 방안 마련 - 국제표준 동향 심층 분석 및 능동적 참여 |
| | 표 준 | - 선진국 위주의 표준화 진행 | | | | - 현황분석에 의한 우선순위 : 3 - 국내 전문화 기구 설립과 국제표준기구 적극 참여에 따른 국제 기술 경쟁력 향상 |

3.1.3. 표준화 추진체계

- SDR 기술의 표준개발은 TTA 내의 SDR Ad Hoc 그룹에서 담당하고, 산,학,연,관 각 분야에서 전문가를 위촉하여 그룹의 위원을 구성함으로써, 매우 복잡하고 다양한 무선통신시스템 및 전파 환경의 요구조건을 수용할 수 있는 SDR 표준개발이 용이할 것으로 생각된다. 이런 관점에서 표준화추진 체계는 아래 그림과 같이 구성될 수 있다. 다양한 부문에서 선정된 연구회 위원들은 각자 자기 분야에서 필요로 하는 요구사항을 제시하고, 연구그룹 내에서 기술세미나를 통하여, 발표된 기술들을 검토 평가한 뒤, 모든 부문에서 수용될 수 있는 표준으로 결정한다. 개발 표준을 정보통신부에 보고하고 심의한 뒤 최종 결정되면 SDR 포럼의 기술위원회에 참석하여 국제표준화를 추진한다. 아래 그림은 SDR 기술 관련 표준화 기구들 간의 연관성을 나타낸다.



(그림 10) 표준화 추진 체계



(그림 11) SDR 기술관련 표준화 기구들 간의 연관성

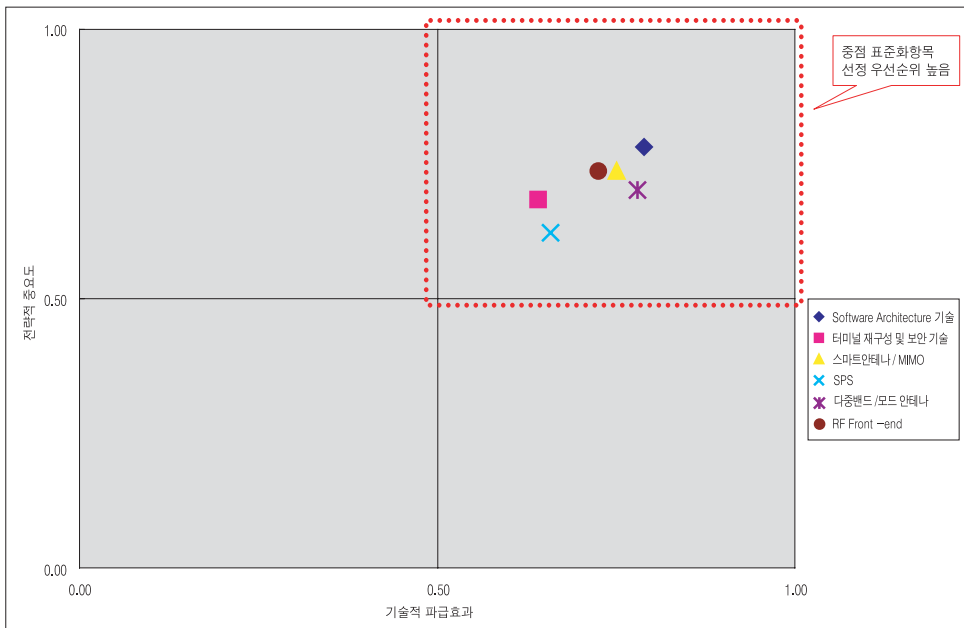
3.2. 중점 표준화항목 선정

3.2.1. 중점 표준화항목 선정방법

| 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 이슈 정도 | P8 상용화 가능성 (구현 가능성 등) | PI (Priority Index) | E1 기술 내 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 | 0.13 | 0.18 | 0.07 | 0.11 | 0.14 | 0.13 | 0.09 | 0.17 | - | 0.39 | 0.23 | 0.26 | 0.23 | - |
| Software Architecture 기술 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 0.80 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0.80 |
| 터미널재구성 및 보안기술 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 2 | 3 | 2 | 0.65 | 3 | 4 | 4 | 3 | 0.70 |
| 스마트안테나 /MIMO | 3.00 | 4.33 | 3.33 | 3.00 | 3.33 | 4.67 | 3.67 | 4.33 | 0.76 | 3.67 | 3.00 | 4.33 | 4.00 | 0.75 |
| SPS | 3.00 | 4.00 | 2.33 | 3.33 | 3.33 | 4.33 | 3.00 | 2.67 | 0.66 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.67 | 0.63 |
| 다중밴드 /모드안테나 | 2.67 | 4.33 | 4.50 | 4.33 | 4.00 | 4.67 | 1.45 | 4.67 | 0.79 | 4.33 | 3.67 | 3.12 | 3.00 | 0.71 |
| RF Front-end | 3.33 | 4.50 | 4.00 | 4.35 | 3.50 | 3.67 | 1.25 | 3.80 | 0.73 | 4.11 | 3.50 | 3.67 | 3.67 | 0.75 |

* 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 선정사유

- 전략적 중요도 및 기술적 파급효과의 요소

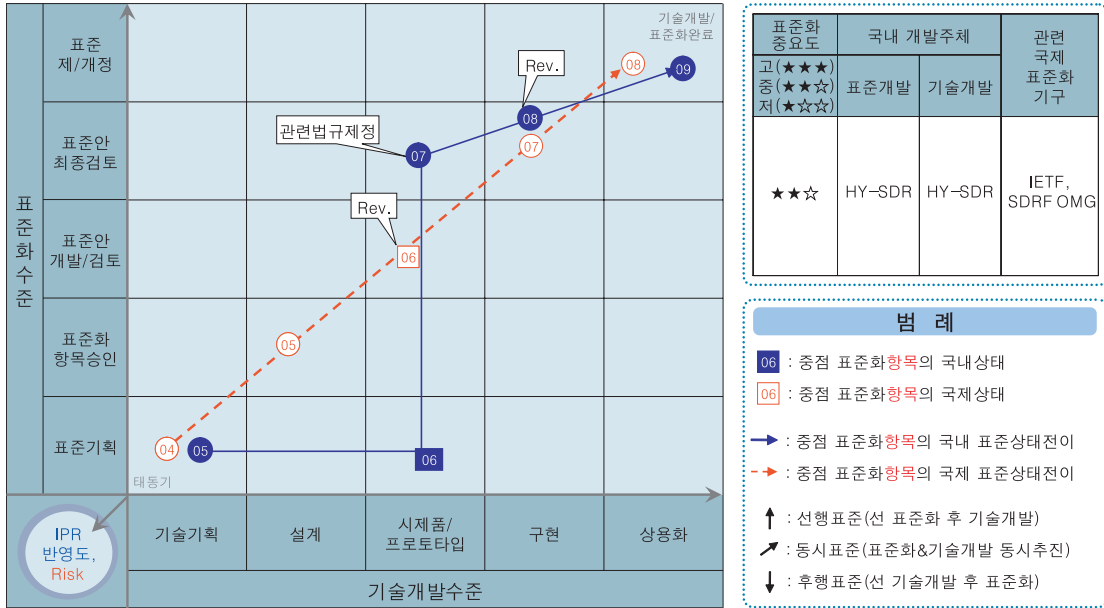
- SDR 기술을 적용한 통신 시스템은 대부분의 중요한 기능들이 소프트웨어로 구현되어 다양한 통신 방식이나 부가 서비스를 제공한다. 따라서 SDR 기술을 적용한 단말이나 기지국 장비의 기능을 변화하기 위해 새로운 프로그램들을 적용하는 소프트웨어 다운로드 기능은 SDR의 성공적인 전개를 위해 매우 필요하다.
- 스마트 안테나/MIMO 기술은 SDR 기술에 있어서 전략적 중요도 및 기술적 파급효과 모두 매우 높은 항목이다.
- SPS 개발기술은 다른 기술에 비해 전략적 중요도 및 기술적 파급효과가 상대적으로 낮지만 두 항목 모두 0.5가 넘는다.
- 다중모드/밴드 안테나의 기술은 SDR 기술이 지향하는 다양한 서비스를 통합하는 시스템에 꼭 필요한 요소이기 때문에 기술적 파급효과가 중요시된다.
- 다중모드/밴드 RF Front-end 기술은 SDR 기술 서비스를 위한 통합 시스템에 중요한 기술이다.

- 중점 표준화항목별 선정사유

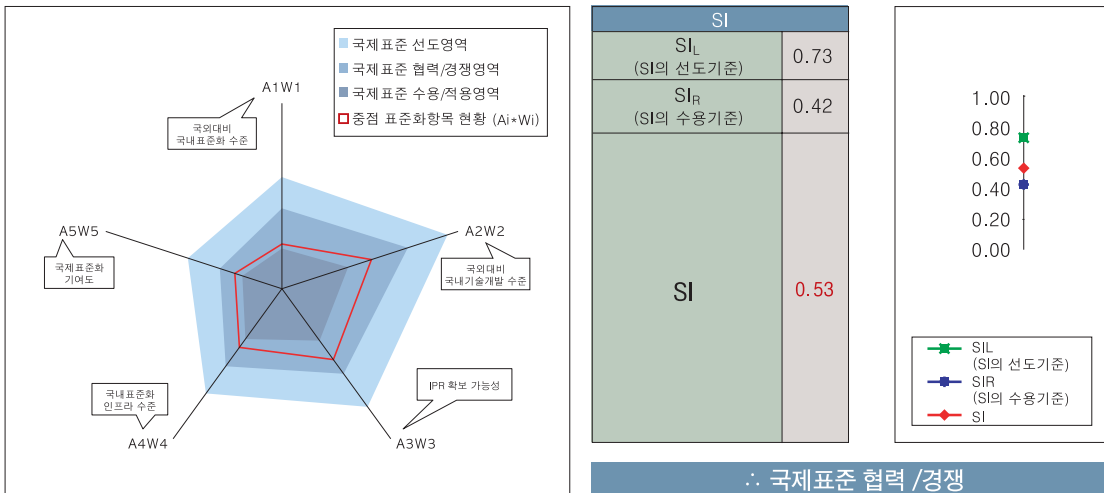
- 리컨피규러블 시스템에서는 모드 스위칭과 인터시스템 핸드오버를 처리해야 하고, 이를 위해 커뮤니케이션 프로파일들의 관리를 효율적으로 해야 한다. 커뮤니케이션 프로파일은 터미널, 사용자, 네트워크, 서비스별로 존재시키고, 레지스트리라는 소프트웨어 모듈에 저장하여, 프로파일의 동기화와 분산 관리를 해야 한다. 왜냐하면, 사용자가 어떤 위치에서 프로파일 데이터에 접근하더라도 필요한 정보의 수정과 갱신, 확인 등을 서비스해야 하기 때문이다.
- SDR 시스템에 대한 표준화에 대한 구체적인 표준은 거론되지 않고 있다. 이러한 점을 감안할 때 현재 국내의 단말기 기술력에 대한 장기적이고 적극적인 투자 전략을 수립한다면 국제표준을 주도할 것으로 생각된다. 현재 상용화되고 있는 인증서 기반 모바일 인터넷 뱅킹 보안 시스템을 차세대 이동통신 SDR 시스템의 소프트웨어 다운로드 메커니즘으로 개발된다면 안전한 소프트웨어 다운로드와 인증서 기반의 상호인증 및 전송 보안에 활용될 수 있으며, 현재 SDR 시스템의 요구조건을 충족할 수 있을 뿐만 아니라, 표준화 선도와 IPR 확보 등 SDR 보안 시스템 기술에 대한 기술적 우위를 차지할 수 있을 것이다.
- 스마트 안테나/MIMO 기술은 SDR 기술에 있어서 PI/EI 모두 매우 높은 평가를 받아서 중점 표준화항목으로 선정된다.
- SPS 개발기술은 다른 기술에 비해 전략적 중요도 및 기술적 파급효과가 상대적으로 낮지만 두 항목 모두 0.5가 넘고, IPR 확보 가능성이 높기 때문에 중점 표준화항목으로 선정된다.
- 다중모드/밴드 안테나 기술은 4세대 기반기술 및 성능 향상의 핵심적인 부분으로서 평가 결과 또한 PI 및 EI 측면에서 높은 평가를 받아 중점 표준화항목으로 선정한다.
- 다중모드/밴드 RF Front-end 기술은 SDR 시스템의 기본 성능을 좌우하는 중요한 항목이다.

3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)

3.3.1. Software Architecture 기술



• 국제표준화 전략목표 도출

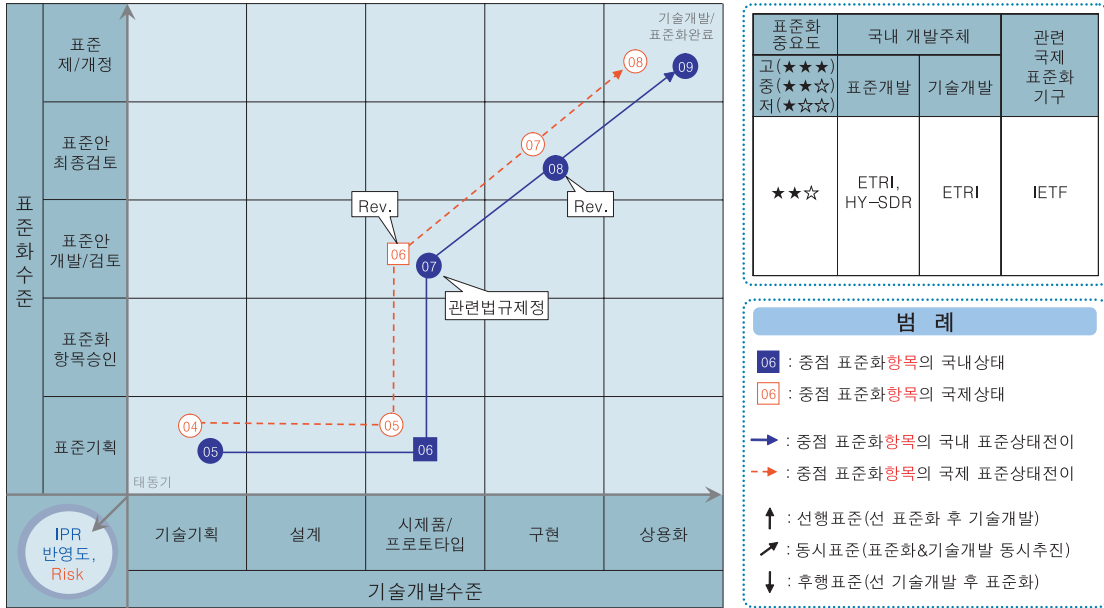


- 세부전략(안)

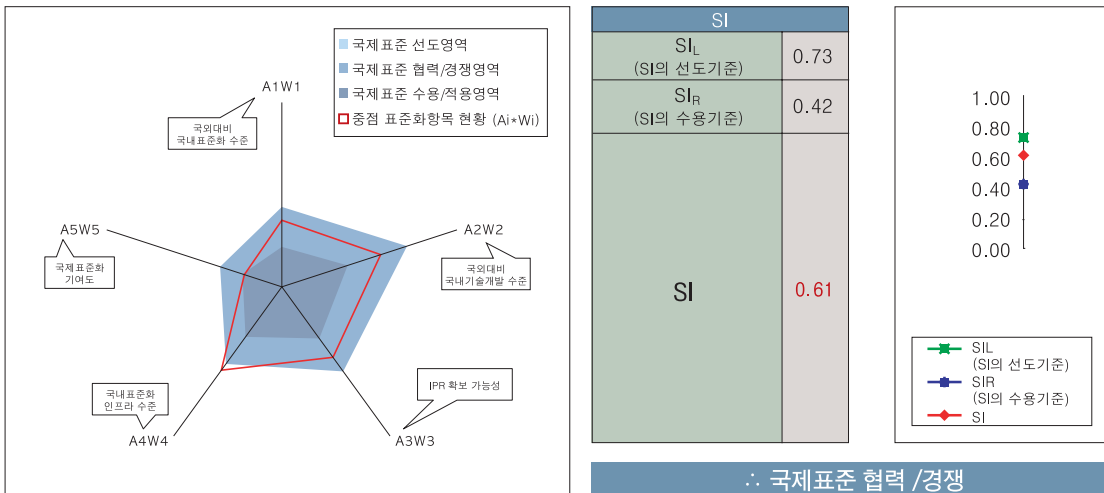
- SDR 기술을 소프트웨어 관점에서의 표준화 대상기술은 SW 구조, 미들웨어, CORBA 기반 RT OS 개발을 들 수 있다. 현재까지 SDR 포럼에서는 JTRS-JPO의 SCA를 기본으로 한 소프트웨어 구조를 개발하려고 하고 있다.
- SCA는 Radio System의 기본 구조 모듈과 각 모듈간 API를 정의하고, SW Download를 위한 프로토콜을 정의하고 있다. SDR이 Common 개방형 구조를 추구하나, 각사에서 개발한 SDR HW는 사용하는 부품(FPGA, DSP, up)에 따라 세부적으로는 다른 구조를 가진다. 서로 다른 HW 구조에서 SW Download를 위해서는 현재 Internet에서 사용 중인 Virtual Machine 개념이 도입되어야 한다. SCA에서는 Virtual Machine화하기 위해 CORBA를 기본으로 사용하며, 각 SDR System은 CORBA로 정의된 각 모듈 기능을 고유의 HW 구조에서 수행할 수 있어야 한다. 상용 무선시스템에서는 CORBA, Personal JAVA, UML, Java HTML 등 필요한 각종 방식이 연구되고 있다.
- 첫번째는 JTRS SCA 2.2를 기반으로 하는 JTRS SCAX로서 HW 플랫폼에 관계없이 상호운용능력을 보장하는 SCA 구조이다. 두번째 방향은 플랫폼에 의존하되, CRC/SDR포럼의 SCARI, JTRS SCA 2.2, SDR 포럼의 HAL-DG에서 요구하는 제한조건(Constraints)을 수용할 수 있는 SCA이며, 세번째는 SDR 포럼의 상업적인 요구사항을 수용/적용 가능한 Ultra-lite commercial SCA 구조이다. 현재 이에 대한 연구는 SCA-lite를 표준으로 하고자 하는 활동이 진행 중이다.

3.3.2. 터미널 재구성 및 보안 기술

- 표준상태전이도(표준화&기술개발 연계분석)



- 국제표준화 전략목표 도출

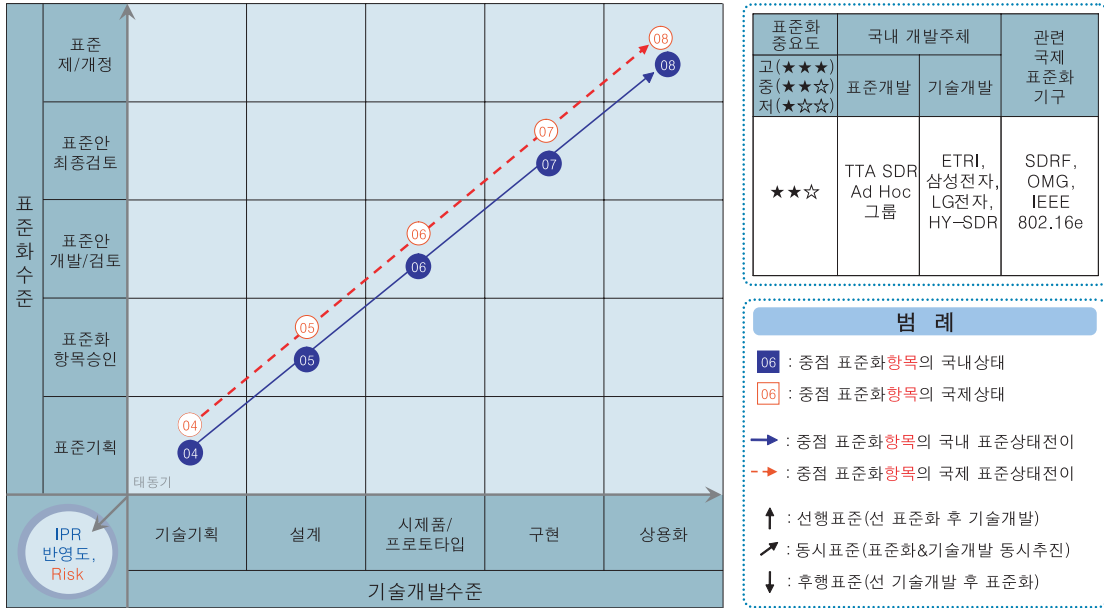


• 세부전략(안)

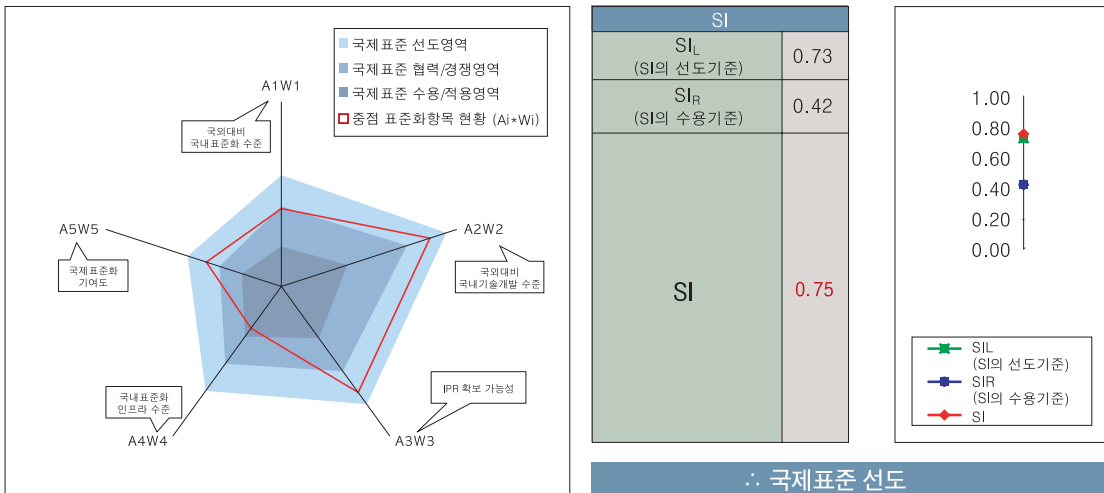
- SDR 기술을 적용한 통신 시스템은 대부분의 중요한 기능들이 소프트웨어로 구현되어 다양한 통신 방식이나 부가 서비스를 제공한다. 따라서 SDR 기술을 적용한 단말이나 기지국 장비의 기능을 변화하기 위해 새로운 프로그램들을 적용하는 소프트웨어 다운로드 기능은 SDR의 성공적인 전개를 위해 매우 필요하다. 이러한 리컨피규러블 시스템에서는 모드 스위칭과 인터시스템 핸드오버를 처리해야 하고, 이를 위해 커뮤니케이션 프로파일들의 관리를 효율적으로 해야 한다. 커뮤니케이션 프로파일은 터미널, 사용자, 네트워크, 서비스별로 존재시키고, 레지스트리라는 소프트웨어 모듈에 저장하여, 프로파일의 동기화와 분산 관리를 해야 한다. 왜냐하면, 사용자가 어떤 위치에서 프로파일 데이터에 접근하더라도 필요한 정보의 수정과 갱신, 확인 등을 서비스해야 하기 때문이다. 현재 XML-데이터 구조체를 위한 이진화에 관한 표준은 제정되고 있지만, WAP 2.0기반에서, HTML to WML 형태의 변환은 제공되지 않으며, 인코딩 전략에 많은 문제점이 있으며, XML 프로파일 파일의 크기를 최적화해야 한다. 이를 위해서 메타 프로파일 데이터(Change Frequency, Access Frequency, Accuracy Attributes 등)를 모바일 기기와 네트워크 엔터티에 효과적으로 프록시를 재구성/관리할 기술이 필요하므로 이에 관한 표준을 제정해나갈 필요가 있다.
- IPR 확보방안 : SDR 포럼의 기술위원회는 상업용 목적을 위한 다양한 주제와 효과, 연구 개발에 필요한 내용을 표준화하고 있다. 이 중에서도 APIs, IDL, XML, UDL 등에 관한 기술을 위한 표준화 작업이 진행되고 있다. SDR에서 요구하는 유연성 있는 단말기의 구현은 현재 가용한 ADC와 DSP의 처리속도와 전력소비를 고려해볼 때 상당한 시간이 필요한 상황이며, 이 때문에 단말기보다는 기지국 개발에 집중되고 있다. 기지국 리컨피규러블 시스템에 주력하여 일차적으로 플랫폼을 설계하고 구현한 후, 모듈 부분을 소프트웨어로 처리하여 CDMA2000과 WCDMA 기능이 재구성 가능한 방법으로 동작하도록 개발하고 있으므로, 향후 터미널 재구성 관련 IPR을 확보하기 위해서는 프로파일의 동기화와 분산 관리하는 기술과 메타 프로파일 데이터의 프록시 재구성 관리 기술을 확보하는 데 주력해야 한다.
- 암호화 알고리즘을 바탕으로 노드 사이에 전송되는 데이터에 대한 보안 문제를 해결하기 위해 소프트웨어 암호화에 사용할 키 관리가 요구된다. UMTS 이동통신망에서 사용되고 있는 Key 관리 메커니즘은 암호화 키/무결성키를 일치시켜주는 메커니즘으로 UMTS망의 AKA (Authentication and key Agreement)와 같은 암호화 키 메커니즘이 요구되고, 이때 사용되는 키들은 키 관리 센터를 두어 노드들 사이에서 자동으로 관리되어야 하며, SDR 단말기에서 사용하기 위해 안전성을 고려하여 키 크기가 설정되어야 한다. 또한 암호화에 사용될 키에 대한 분배 메커니즘으로 IKE(Internet Key Exchange) 프로토콜을 사용할 수 있다. 따라서 SDR 단말기를 위해 요구되는 보안 요구 조건을 만족하기 위해서 소프트웨어 암호화 방법, 단말기 인증 등 보안 위협 요소에 대한 연구와 표준화에 주력해야 할 것이다.

3.3.3. 스마트 안테나/MIMO 기술

• 표준상태전이도(표준화&기술개발 연계분석)



• 국제표준화 전략목표 도출

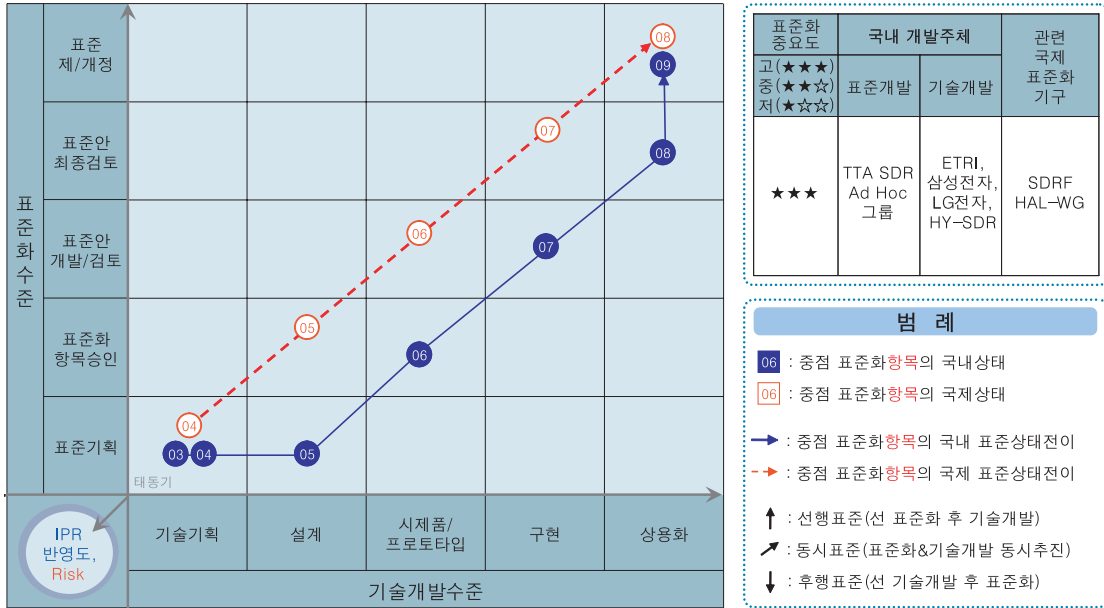


- 세부전략(안)

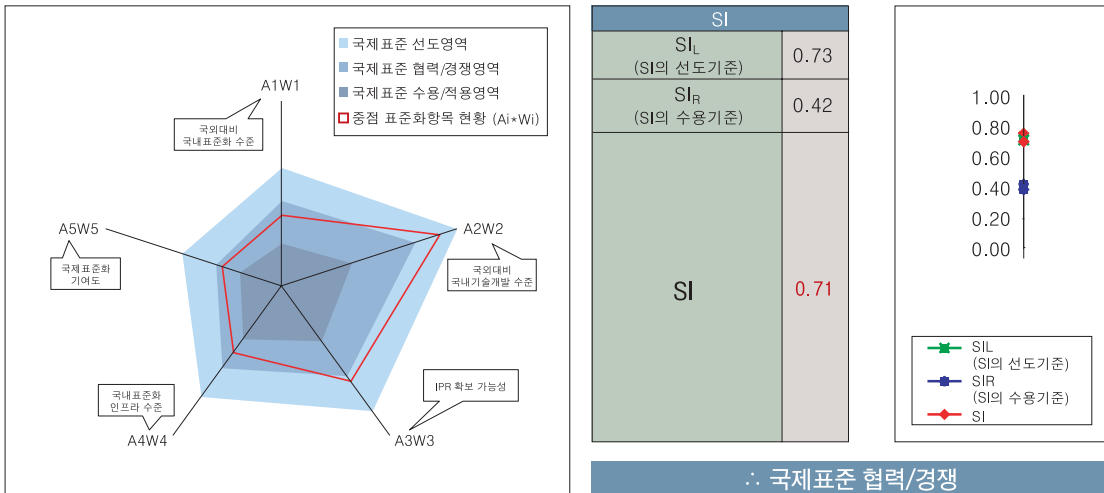
- 스마트 안테나 시스템 구축 기술 자체는 국내 기술이 국외 기술에 비해 뒤지지 않으나 표준화 대상이 아니므로 관련 기술에 대한 IPR 확보와 활용인력 양성에 집중해야 한다. 하지만, 스마트 안테나 시스템을 위한 SCA 기반 API와 Open Architecture에 대해서는 SDRF와 OMG에서 표준화를 진행할 것으로 보이므로 적극적인 활동이 필요하다. 현재 국내에서는 스마트 안테나 시스템 API와 Open Architecture의 표준화에는 ETRI, 삼성, LG, HY-SDR 연구센터에서 관심을 보이고 있거나, 진행 중에 있다. 일례로, HY-SDR 연구센터에서 스마트 안테나 시스템 API와 Open Architecture의 표준화를 위한 초안을 제출하였고 이를 기반으로 SDRF와 OMG에서 표준화를 진행 중이다. 스마트 안테나 시스템의 시장성은 전세계 무선 통신 시장의 증가와 무선 통신 서비스 가입자의 요구도 증가에 따라 빠르게 증가하고 있다. 이에 따른 스마트 안테나 시스템의 Open Architecture와 SDR 네트워크를 위한 스마트 안테나 시스템의 API에 대한 표준화의 요구 수준도 높아지고 있다.
- IPR 확보방안 : 스마트 안테나 기술 관련 IPR 확보방안으로는 스마트 안테나 시스템 개발에 필요한 여러 가지 요소기술들, 예를 들면 캘리브레이션 및 빔포밍 방법에 대한 특허 등을 발굴해야 할 것으로 보인다. 스마트 안테나 Open Architecture에 관한 IPR를 확보하기 위해서는 API 관련 기술, SDR Network과 스마트 안테나 시스템과의 통신을 위한 protocol 관련 기술, Open Architecture에서 각 모듈 간 인터페이스 관련 기술 등의 IPR 확보에 주력해야 한다.

3.3.4. SPS 기술

표준상태전이도



국제표준화 전략목표 도출

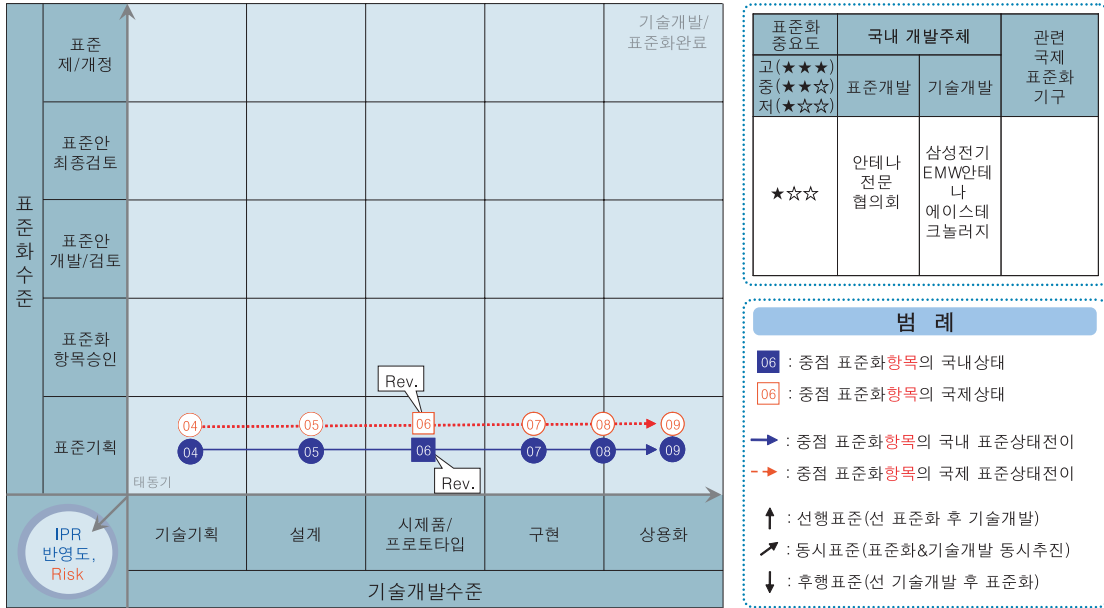


- 세부전략(안)

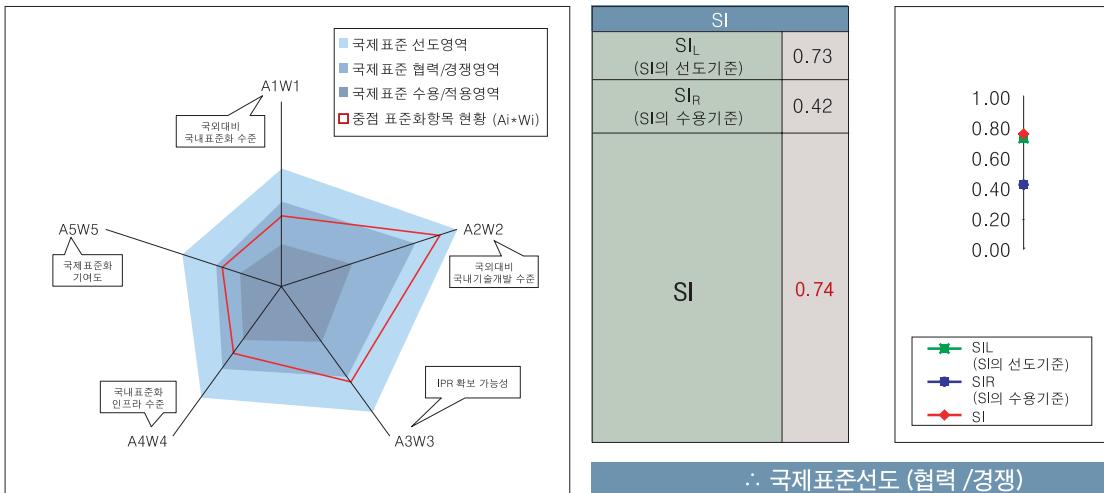
- SPS 개발 기술 자체는 표준화 대상이 아니기 때문에 관련기술을 개발하고 활용인력을 배양하는 것이 급선무이며 개발기술 관련한 IPR 확보에 중점을 두어야 할 것으로 보인다. 다만 SPS SW의 이식성, 상호 동작성 등에 관해 SDR 포럼의 HAL-WG에서 표준화를 진행할 것으로 보이므로 적극적인 관심을 가지고 추이를 지켜볼 필요가 있다.
- IPR 확보방안 : SPS 개발기술 관련한 IPR 확보방안으로는 SDR 관련 신호처리 알고리즘 기술들에 대한 특허, 스마트 안테나 시스템 개발에 필요한 여러 가지 요소기술들, 예를 들면 캘리브레이션 및 빔포밍 방법에 대한 특허 등을 발굴해야 할 것으로 보인다. SPS SW의 이식성, 상호동작성에 관한 IPR를 확보하기 위해서는 SW Architecture 기술과 같은 SDR SW 기술 등의 표준화작업과 연계하여 API 관련 IPR 등을 확보해야 할 것이다.

3.3.5. 멀티밴드/멀티모드 안테나

표준상태전이도



국제표준화 전략목표 도출

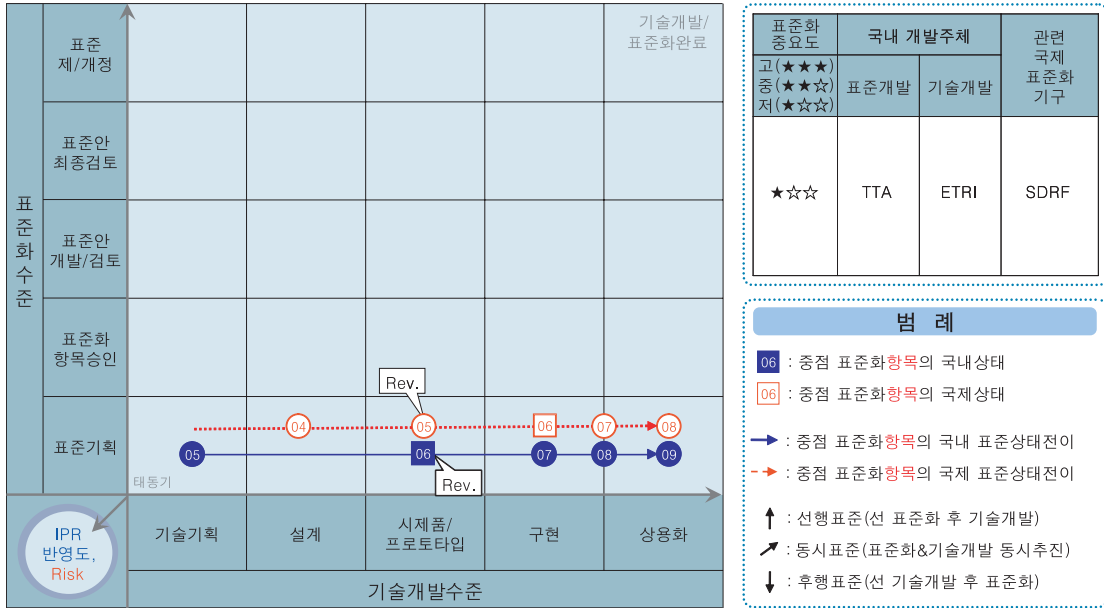


- 세부전략(안)

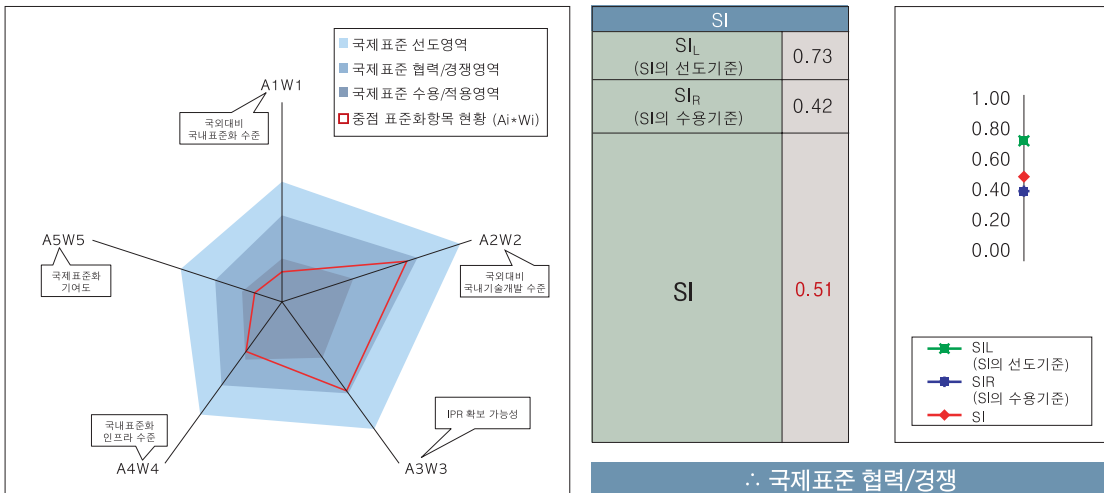
- 2005년 국내 주요 안테나 업체에서는 11개 회원사로 구성된 안테나 전문협의회를 출범시켰다. 현재 산·학·연과 공동으로 표준화작업도 진행 중이다. 아울러 회원사에서 안테나 관련 기술 및 교육지원을 요청함에 따라 안테나 측정지원센터 운영사업에 이를 반영기로 하였다. 안테나 시장은 미국, 유럽 등 선진국의 단말기 교체수요와 중국, 러시아, 인도 등의 신규 수요에 힘입어 증가하는 추세이다. 휴대폰용 안테나 중에서도 내장형 안테나의 시장은 급성장되어가고 있으며, 국내의 경우 이미 안테나 수요가 2000만 개에 이르고 있고, 세계적으로도 3억 대를 넘어섰다. 이동통신 서비스의 급속한 발달에 따른 이동통신 서비스의 정보량이 늘고, 기존의 이동통신 서비스와 신규 이동통신 서비스를 하나의 단말기에서 처리하기 위해 다중대역 및 광대역 안테나수요도 증가하고 있다. 이에 따른 경향에 발맞춰 에이스 테크놀로지, EMW 안테나 등의 국내 주요업체에서 SDR 기술을 이용한 통합형 단말기를 위한 다중대역 안테나가 연구개발 되고 있다.
- IPR 확보방안 : 향후 휴대용 단말기의 안테나 시장은 이동통신기기에 필수 부재이기 때문에, 휴대용 단말기 시장이 증가함에 비례하여 국내에서도 다중대역 및 광대역 안테나, 내장형 안테나에 관한 연구가 더욱 더 활발히 진행되어야 한다. 해외에서는 원천기술을 가지고 있는 미국, 스웨덴, 일본 등에서 다양한 다중대역 안테나가 시제품 출시와 더불어 상용화 단계에 접어들었으며, 현재 국내 기술력은 단말기용 내장형 안테나 생산업체(삼성전기, 에이스 테크놀로지, 케이세라, EMW 안테나 등)에서 다중대역 안테나의 개발과 상용화가 이루어져 있으며, 다수의 특허 및 기술을 보유하고 있다. 다가올 4세대 통신규격의 안테나는 SDR 단말기에서 응용될 다중모드/밴드 안테나 기술 확보에 주력해야 한다. 조기시장 선점을 위해 외국 기술을 서둘러 도입하기보다는 국내 산·학·연 협력을 통해 원천기술부터 확보해야 한다.

3.3.6. 다중모드/밴드 RF Front-end 기술

• 표준상태전이도



• 국제표준화 전략목표 도출

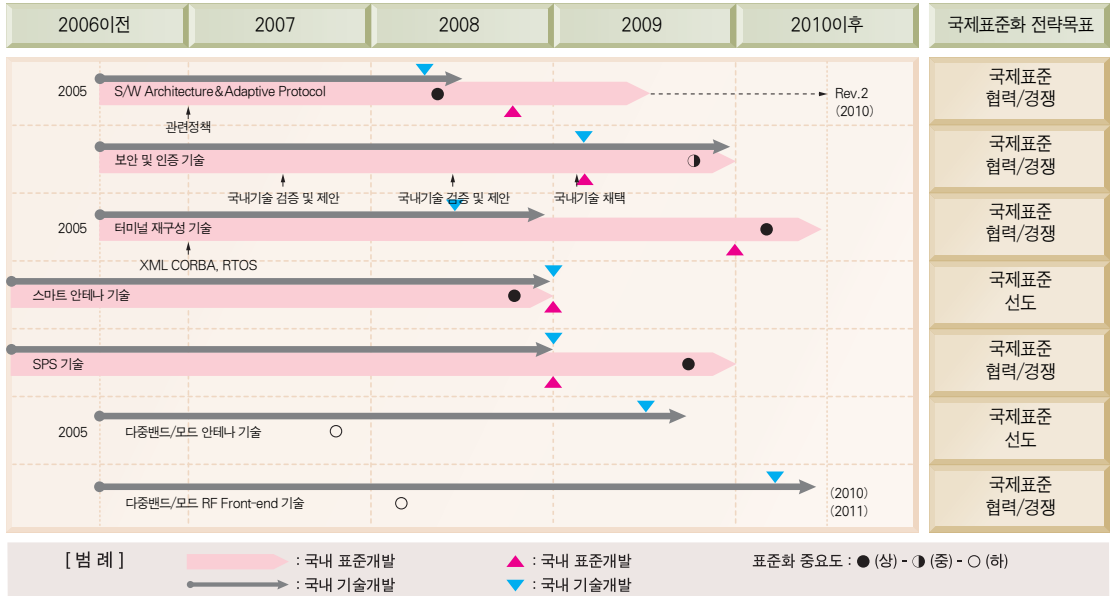


- 세부전략(안)

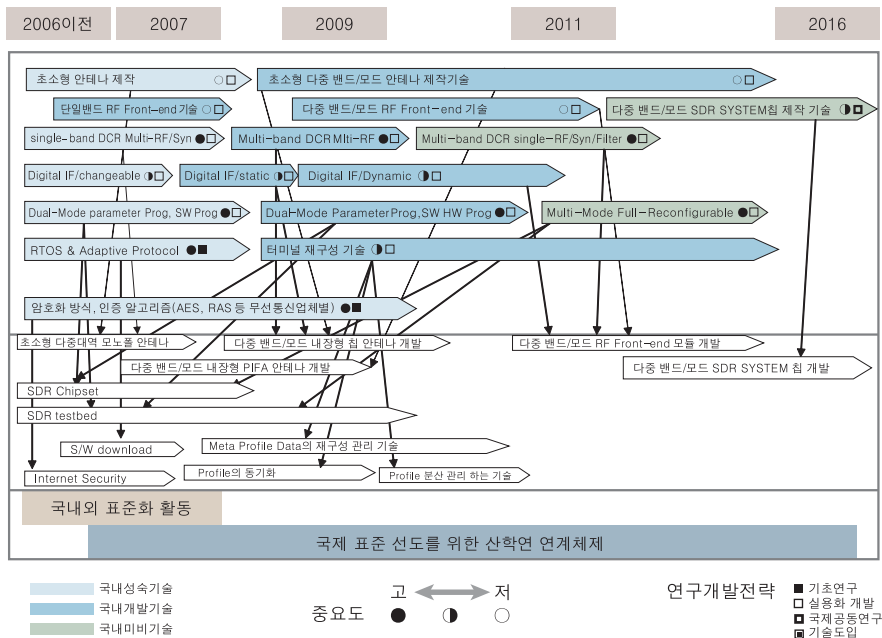
- RF front-end 소자 기술은 표준화가 어려운 것으로서 SDR에 대한 시스템 표준이 정립되면 그에 맞추어 관련 기술 및 IPR을 확보해야 한다. 현재 국내의 경우 관련한 기본 기술을 확보하기 위해 ETRI, 삼성전자 등 여러 기관에서 연구 중에 있으며, 이 기술을 SDR 표준에 맞게 발전시키는 것이 중요하다.
- IPR 확보방안 : RF Front-end 요소기술로는 멀티밴드/모드 front-end, Reconfigurable front-end, Sampling front-end 등이 있으며, IPR 확보가 가능한 것은 front-end를 구성하고 있는 LNA, Mixer, VCO, PLL, PA 등의 각각의 소자들과 이 소자들로 구성된 전체적인 RF Front-end 시스템에 대한 IPR 확보가 가능하다. 현재 이 기술들은 발전하는 RF 시스템 및 이동통신 기술의 발달로 요구수준이 매우 높은 상황이며, 저전력, 저가격의 IC 개발을 위해 집적화된 시스템 개발이 중요 이슈가 되고 있으므로 이에 대한 많은 투자와 연구개발이 필요하다. 이를 위해서는 RF front-end 업체뿐만 아니라 foundry 업체, SDR 시스템 업체 등이 공동으로 기술을 개발하는 것이 중요하다. 왜냐하면 RF front-end는 통신 표준에 대한 깊은 이해와 공정 기술에서의 지원이 필수적이기 때문이다.

3.4. 중장기 표준화로드맵

3.4.1. 중기(2007~2009) 표준화로드맵



3.4.2. 장기 표준화로드맵(10년 기술 예측)



[국내외 관련표준 대응리스트]

(주) “-”는 없음을 표시함

| 구분 | 표준화 대상항목 | 표준명 | 기구 (업체) | 제정 연도 | 재개정 현황 | 국내 관련표준 | 국내 추진기구 |
|----------|--------------------|--------------------------|------------|----------|-----------|---------------|------------|
| 핵심 분야 | HW Abstraction | SDRF | - | - | - | TTA | |
| | SW Architecture | CRC SDRF, OMG JTRS | 2002 | - | - | TTA | |
| | SW 다운로드 프로토콜 | SDRF WAP 포럼 SDRF | 2002 | - | - | TTA | |
| | 보안 및 인증 기술 | SDRF | 2002 | - | - | 한국정보 보호진흥원 | |

[참고문헌]

- [1] 김지연, 김진업, "SDR 기술의 현재와 발전방향", 대한전자공학회지, vol. 30, pp. 22 ~ 33, 2003. 4.
- [2] 이서영외 4인, "SDR 표준화 동향", 대한전자공학회지, vol. 27, pp. 17 ~ 33. 2000. 4.
- [3] 박형운, "SDR 기술동향", 경희대 세미나 자료, 2003.
- [4] SDR Forum Technical Report 2.1, November 1999.
- [5] SDR Forum, "Summary of SDR aspects of the March-April 2003 ITU-R WP 8F meeting and recommendation for future SDR Forum activities in ITU-R", SDRF-03-I-0008-V0.00, 2003.
- [6] SDR Forum, Gartner Consulting, "SDR market survey", 2002.
- [7] SDR Forum, "R&D Working Group status", SDRF-03-I-004-V0.0, 2003.
- [8] Sandbridge Tech., www.sandbridgetech.com
- [9] SDR Forum, "Software defined radio forum structure and 2003 unified workplan", SDRF-03-A-0004, 2003.
- [10] Spectrum Signal Processing, "Technology and product introduction", 2003.
- [11] SDR Forum, "API position paper (S&I WG)", SDRF-03-A-0005-V0.00, 2003.
- [12] SDR Forum, "R&D WG 2002 summary report", SDRF-03-A-0002-V0.00, 2003.
- [13] SDR Forum, "Information and proposed actions relative to ITU-R", SDRF-03-A-0003-V0.00, 2003.
- [14] SDR Forum, "A Structure for SDR Security", SDRF-03-I-0010-V0.00, 2003.
- [15] SDR Forum, "Corrigendum to SDRF Workplan", SDRF-03-I-0016-V1.0, 2003.
- [16] SDR Forum, "SDR operator markets requirements (SOMR) study group overview", SDRF-03-I-0011-V0.0, 2003.
- [17] SDR Forum, "SDR Forum roadmap document", SDRF-03-I-0005-V0.00, 2003.
- [18] SDR forum, "Hardware Abstraction Layer Working Group Report on Results of Request For Information", pp.31
- [19] SDR Forum, "Business for wireless PCS", SDRF-03-A-0001-V0.00, 2003.
- [20] 문형돈, "SDR 기술 및 시장동향", 주간기술동향 NO. 1089, 2003. 4.
- [21] 김한경, 배진우, "SDR 소프트웨어 구조", 전파진흥. 4월호. 2002.
- [22] 김지연, 김진업, "SDR", TTA 저널, vol. 82, pp. 72 ~ 79, 2003.
- [23] Paul Burns "Software Defined Radio for 3G", Artech House, pp. 113.
- [24] ETRI, "SDR 기술개발 동향", 전자통신동향분석, 2004. 6.
- [25] Jim Gunn Consultancy, SDR Market Study (Task 1 : Market Segmentation and Sizing), SDR Forum, 2005. 3.
- [26] JTRS, "Software Communications Architecture Specification V2.2", 2001. 12.
- [27] JTRS, "Software Communications Architecture Specification V3.0", 2004. 8.
- [28] S. Murat Bicer, Frank Pilhofer, "Next Generation Architecture for Heterogeneous Embedded Systems"
- [29] SDR Forum, Business Model for Wireless PCS, 2003. 1.
- [30] SDR Forum, SDR Forum Technical Committee Technology Roadmap and Research and Development Request for Information, SDR Forum, 2005. 1.
- [31] Sourav Bhattacharya, SDR Based End-to-End Communication, SDR Forum, 2005. 1.

- [32] Zachos Boufidis et al., Generic Process for Terminal Reconfiguration through Software Download, SDR Forum, 2004. 11.
- [33] 김세화, 홍성수, 장래혁, “SDR을 위한 SCA기반 컴포넌트 소프트웨어 프레임워크”, 한국정보과학회, 2002. 10.
- [34] 이승환, 조권도, 박성균, 이규대, SDR에서의 하드웨어 Reconfiguration, 전자공학회지 2003. 4.
- [35] 이원철, Cognitive Radio 기술 워크샵(Technical Workshop on Cognitive Radios), Software Defined and Cognitive Radios, 충실대, 2005. 4. 1.
- [36] 이현우, 정상국, 김한경, SDR 소프트웨어 구조 및 다운로드, 전자공학회지, 2003. 4.
- [37] OMG, [http : //sbc.omg.org/](http://sbc.omg.org/)
- [38] Venture Development Corporation “Multi-client Research Report SDR : NORTH AMERICAN AND EUROPEAN MARKET DEMAND ANALYSIS”
- [39] Vanu Software Radio, [http : //www.vanu.com/](http://www.vanu.com/)
- [40] 정보통신연구진흥원, “차세대 이동통신 기술로드맵”, 2006. 8.

[약어]

| | |
|-------|---|
| API | Application Program Interface |
| ASIC | Application Specific Integrated Circuit |
| BS | Base station |
| COTS | Commercial Off-The-Shelf |
| FCC | Federal Communication Commission |
| HDR | Hardware Defined Radio |
| IrDA | Infrared Data Association |
| JPO | Joint Program Office |
| JTRS | Joint Tactical Radio System |
| MEMS | Micro-Electro-Mechanical System |
| MExE | Mobile Execution Environment |
| MMIC | Monolithic Microwave Integrated Circuit |
| MMITS | Modular Multifunction Information Transfer System, SDR 포럼 |
| NOI | Notice of Inquiry |
| OBSAI | Open Base Station Architecture Initiative |
| OTA | Over-The-Air |
| PAR | Project Authorization Request |
| PCI | Peripheral Component Interconnect (bus) |
| QoS | Quality of Service |
| SCA | Software Communications Architecture |
| SPS | Signal Processing Subsystem |
| WAP | Wireless Application Protocol |
| WLAN | Wireless Local Area Network |
| WPAN | Wireless Personal Area Network |