

SDR

1. 표준화로드맵 개요

1.1. 추진경과 및 Ver. 2006 중점 추진방향

- SDR기술 표준화로드맵 Ver. 2005는 SW 아키텍처 기술, 다운로드 프로토콜 기술, 보안 및 인증 기술, HW 추상화 기술, 핵심 기술 관련 제품 기술을 중점 표준화항목으로 추진하였으나, Ver. 2006에서는 SW Architecture 기술에 실시간 운영체제, 실시간 미들웨어, 코어 프레임워크, 다운로드 아키텍처 기술을 포함하였다.
- 다운로드 프로토콜 기술은 소프트웨어 다운로드를 통해 새로운 공중 인터페이스 표준을 변경하여 SDR 장치에 대한 새로운 기능을 추가 하고, 교체 기술을 포함한 Terminal Reconfiguration 기술로 바뀌었으며 현재 객체지향 개념을 기반으로 한 다운로드 기술에 대한 연구가 진행중이다.
- 보안 및 인증 기술은 시스템 성능 향상과 무결성 서비스, 데이터와 단말기 인증, 재전송 방지 서비스를 제공하는 보안 및 인증 기술로 바뀌었고, 현재 사용자 인증과 데이터 보호를 위한 암호화 방식 연구가 진행중이다. HW 추상화 기술은 SDR 네트워크를 위한 스마트 안테나 시스템의 개방형 구조 개발과 다양한 HW 플랫폼에서 통신 시스템을 하기 위한 SPS 개발 기술로 나누었고, SDR 기지국 및 시스템은 현재 개발중이다.
- 핵심 기술 관련 제품 기술은 RF Device 기술(다중 모드/밴드 안테나 기술, RF front-end 기술)로 변경 하였고, 2GHz 대역 기술은 상용화가 진행될 예정이다.

1.2. 표준화의 목표, 필요성, Vision 및 기대효과

1.2.1. 표준화의 목표

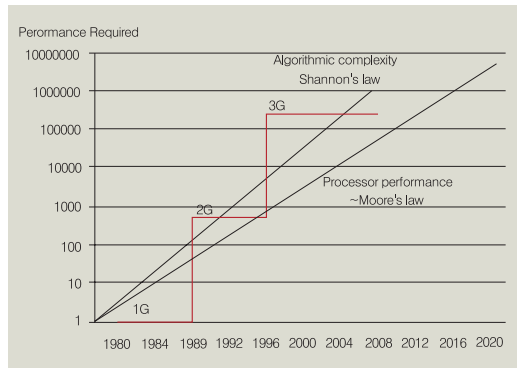
산업체가 SDR 관련 모듈, 제품 및 시스템 구축 시 지침(guideline)으로 사용할 수 있도록 내외부 시스템 접속, 모듈, 소프트웨어의 기능정의와 그와 관련된 요구사항 및 표준을 개발함으로써 기술개발을 선도하고, SDR 시스템의 활용을 가속화시키며, 차세대 무선이동통신(4G)의 핵심기술 기반을 조기 구축하는 것이다.

1.2.2. 표준화의 필요성

- 다양한 통신시스템 규격과 통신환경에 적응 가능한 시스템의 실현으로 통신사업자 중심의 서비스 제공에서 서비스 이용자의 요구에 의한 차별화된 서비스제공으로 패러다임이 변화하고 있는 정보통신사회에서 다양한 무

선시스템 규격에 따라 시스템 변경이 필요한 기존 시스템으로는 한계가 있으며, 이와 달리 SDR은 다양한 무선 시스템 환경에 적응이 가능하고 사용자, 통신사업자, 제조업체들에게 시스템간의 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 주요기술로 자리매김하기 위해서는 해결되어야 할 몇 가지 기술적인 문제점을 가지고 있다[1].
 - SDR 기술이 추구하는 기능과 서비스를 모두 실현하기 위해서는 초고성능의 프로세서가 필요하다. 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 1) Shannon의 법칙과 Moore의 법칙

- (그림1)은 단위 면적당의 집적도가 평균 18개월마다 2배로 증가한다는 Moore의 법칙에 따라 작성된 것으로 실제로 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 병렬처리능력, 그리고 ASIC의 저전력 구조를 적절히 혼합할 수 있는 하이브리드 프로세서 구조를 개발한다면), 이러한 부품 소자에서의 단점을 극복 할 수 있을 것으로 생각되며, 현재 DSP 제조회사들이 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 제기된다. 이런 문제는 시스템의 프로세싱 능력 한도에서는 소유한 자원의 적절한 분할을 이용하여 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 예를 들어, SDR 기반의 다중모드 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 있

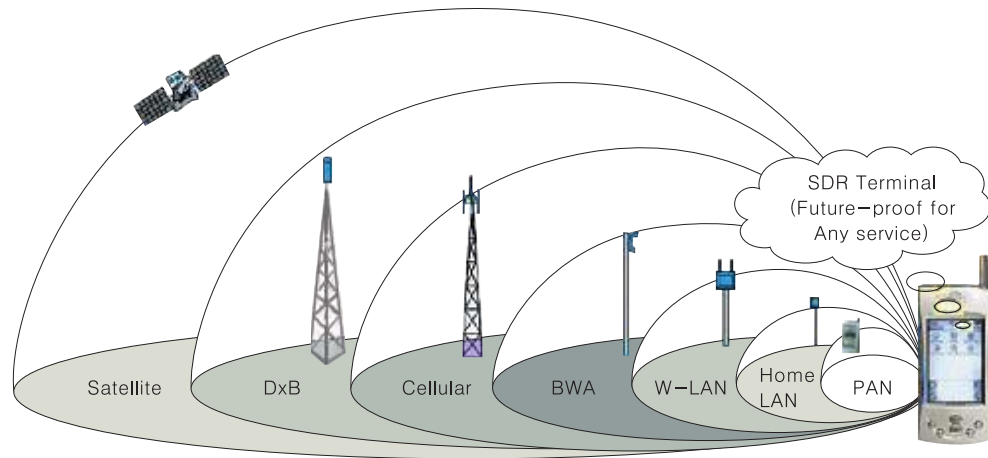
을 것으로 예상된다. 또한, 최근에 대두되기 시작한 유비쿼터스 컴퓨팅은 차세대망의 근간을 이룰 것으로 기대된다. 유비쿼터스는 일종의 다양한 센서 네트워크에 적응하면서 어떠한 환경에서도 어떠한 종류의 서비스라도 지원받을 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 유비쿼터스를 달성하기 위해서는 다양한 센서로부터 통신 규격을 (GSM, EDGE, 블루투스, Home 네트워크 W-LAN, IrDA, 셀룰러 등) 모두 만족할 수 있어야 할 것이다. 따라서 하나의 단말기 및 시스템은 다양한 통신 규격에 능동적으로 대처하여 통신 네트워크를 구축할 수 있어야 한다.

- 재구성이 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 디지털 처리하는 방법이 현재 사용되고 있다. 그렇지만 현재로서는 다중 광대역 안테나, 전력증폭기, 저잡음 증폭기, 듀플렉서 등 기존 RF 소자 등에 대해서는 디지털화가 매우 어려운 실정이다.

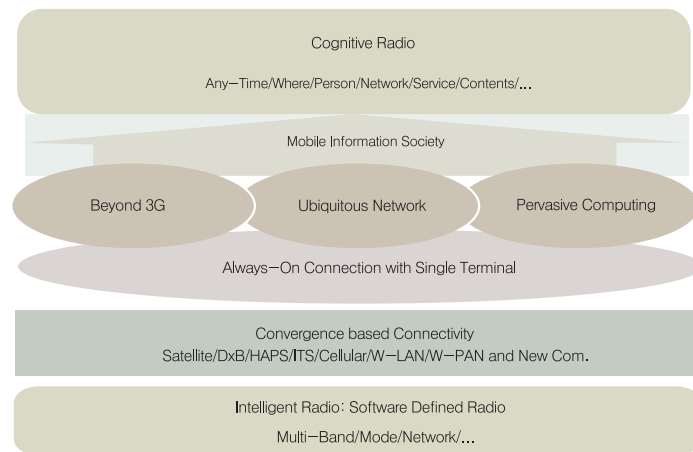
- 앞에서 언급한 바와 같이 SDR 기술이 실현되기 위해서는 해결되어야 할 여러 가지 문제들이 존재한다. 그러나 SDR 기술은 RF 기술에서 컴퓨터 기술까지 적용해야 할 기술 분야가 상당히 넓고, 각 단위 기술별로 발전을 거듭할 것으로 예상되며, 이러한 기술이 단말기로까지 적용되기 위해서는 앞으로 수년간의 기술개발 과정이 필요하다[4].

- 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 요구를 확실히 수용하기 위하여.
 - 글로벌 규제 환경의 협조적인 구축을 위하여.

1.2.3. 표준화의 Vision 및 기대효과



(그림 2) SDR Vision



(그림 3) 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

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

2. 시장, 기술, 표준화 현황분석

2.1. 기술개요

2.1.1. 기술의 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]

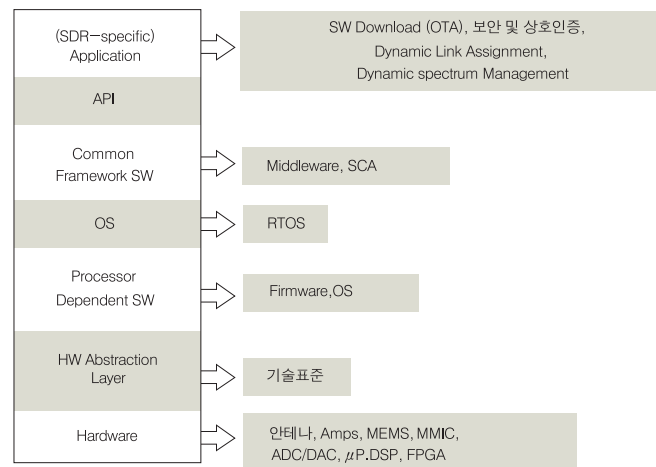
- SDR 기술에 대한 정의는 신호처리, 규제, 4G 시스템 관점에 따라 약간씩 다르게 표현된다.
- 신호처리관점에서의 SDR 기술은 디지털 신호처리부를 안테나단 쪽으로 최대한 가깝게 두어 고정된 기능을 갖고 있는 하드웨어 처리를 축소하고, 부분적으로 프로그램 가능한 하드웨어 부분을 확장하여 소프트웨어를 이용한 시스템의 유연성(flexibility)을 증대시키는 무선 기술로 정의한다. 즉, ASIC의 고정된 하드웨어 처리에서 FPGA와 DSP 같은 프로그램이 가능한 하드웨어로의 교체를 의미한다. SDR은 하드웨어와 소프트웨어 기술들의 집합체로서 무선 통신의 프로그램이 가능한 시스템 구조를 가능하게 한다. 이는 안테나, RF, ADC, DAC, 기저대역 모뎀, 모듈화된 소프트웨어, 신호처리 알고리즘, 그리고 도구(tools) (하드웨어, 소프트웨어 개발, 집적화, 시뮬레이션을 위한) 등을 포함한다. 미국 FCC에서는 규제관점에서 SDR을 정의하고 있다. 즉, 유한 주파수 자원의 효율 증대를 위하여 무선 주파수 방출에 영향을 끼치는 주파수, 변조 방식, 최대 출력 등 동작 파라미터들을 하드웨어 구성요소의 교체 없이 소프트웨어 변경만으로 조정이 가능하도록 하는 무선기술로 정의한다. 4G 시스템 관점에서는 현재 ITU-R에서 추구하는 4G 시스템 발전 방향에 중점을 두어 다양한 무선 네트워크(유비쿼터스 망, W-LAN, W-PAN, 셀룰러, 디지털방송, 위성통신 등) 구성요소의 동작 모드들이 시스템 제조 후 소프트웨어 다운로드에 의하여 변경되거나 성능향상을 증대시킬 수 있는 무선 기술로 정의된다[1].
- SDR 기술은 다중 모드, 다중 대역, 다중 서비스 시대에 시스템의 통합 해결책을 제시해 줄 수 있는 차세대 기반 기술로 고려되어 3G 시스템의 업그레이드 및 새로운 4G 시스템의 접근으로 이해되고 있다. SDR은 단순히 무선 통신 기술의 발전이 아니라 컴퓨터, 반도체, DSP 기술, SW 공학 등의 여러 가지 시스템 기술이 요구되는 기술의 통합 및 조화를 필요로 하는 기술이다.

2.1.2. 요소 기술 분석

- SDR 기술은 통신 방식의 다양화에 의한 문제를 해결하기 위한 새로운 통신 시스템의 개념으로서, 단일 통신 시스템 하드웨어를 바탕으로 여러 가지 통신 서비스 방식을 지원하는 소프트웨어를 이용하여 다양한 통신 서비스를 이용할 수 있을 뿐만 아니라, 효율적인 시스템의 업그레이드, 보수 및 유지가 가능하게 한다. 이러한 개발 기

술은 통신 시스템 이론을 핵심으로 하여 디지털 신호처리 기술, 디지털 및 아날로그 반도체 기술 및 RF 기술, 컴퓨터 기술을 바탕으로 한 다목적 시스템을 도출하고 이 시스템을 운영하는 구체적인 소프트웨어를 개발하는 과정과 관련된 총체적 통신 시스템 기술을 의미한다[1].

- 이와 같이 하드웨어 및 소프트웨어의 집합체인 SDR 기술을 보다 구체적으로 세분화하는 방법은 보는 관점에 따라 여러 가지가 있을 수 있으나, 표준화 대상 기술관점에서 SDR 기술을 분류하는 방법으로는 SDR 포럼에서 제시한 (그림4)에 주어진 계층적인 구조를 토대로 분류하는 것이 보다 효율적이다.

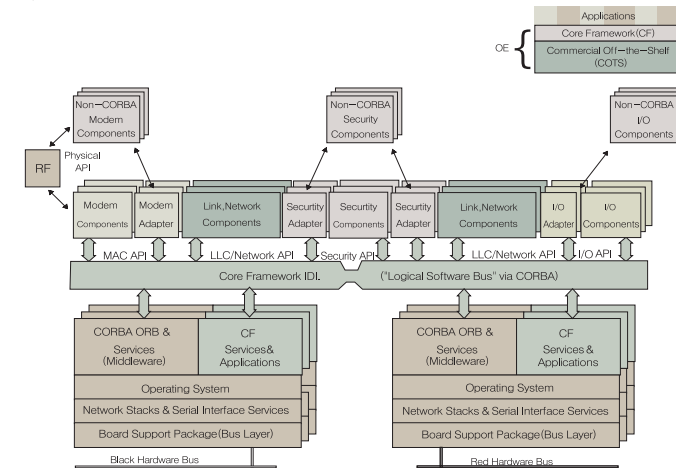


(그림 4) SDR 포럼 아키텍처의 계층적 구조와 표준화 대상 기술

- (그림 4)에서 하드웨어는 소자와 시스템 기술로 분류할 수 있으며, 소자기술에서의 표준화는 기본적으로 COTS(Commercial Off-The-Shelf) 기술이므로 추진되지 않으며 다만 IPR 확보차원에서의 연구개발이 필요하다.
- 시스템 기술면에서는 스마트안테나 시스템 혹은 SDR 테스트베드 구축기술을 개발할 필요가 있으나, 이것 역시 표준화대상은 아니다. 그러나 SDR 포럼의 기술위원회내 HAL - WG에서는 SPS(Signal Processing Subsystem) SW가 다양한 HW에서 저렴하면서도 효율적으로 이식되어 동작될 수 있도록, 그리고 응용 SW가 다양한 SPS SW 및 HW와 이식성을 갖고 상호동작(Interactively)할 수 있도록 하기 위한 기술과 표준을 개발하여 SDRF 권고안을 준비하고 있다.
- 소프트웨어 관점에서의 표준화 대상기술은 SW 구조, 미들웨어, 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 갖는다. 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

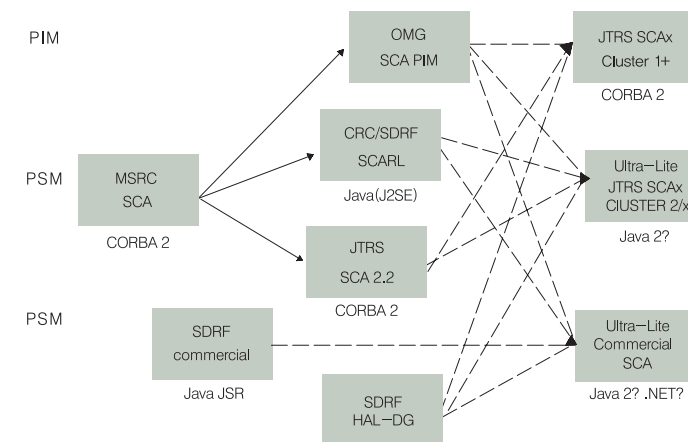
Standardization Roadmap for IT839 Strategy

방식이 연구되고 있다.



(그림 5) 미국 JTRS의 SCA 구조

- SDR 포럼의 기술위원회 R&D WG의 SW Enabler SG에서 고려하고 있는 SCA 로드맵은 (그림 6)과 같다.



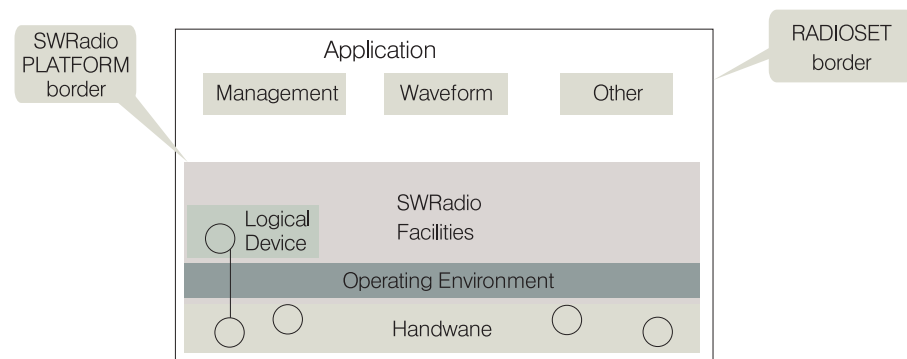
(그림 6) SCA의 로드맵

- 첫 번째는 JTRS SCA 2.2를 기반으로 하는 JTRS SCAX로서 HW 플랫폼에 관계없이 상호운용능력을 보장하는 SCA 구조이다. 두 번째는 플랫폼에 의존하되, CRC/SDR포럼의 SCARI, JTRS SCA 2.2, SDR 포럼의 HAL - DG에서 요구하는 제한조건(Constraints)을 수용할 수 있는 SCA이며, 세 번째는 SDR 포럼의 상업적인 요구사항을 수용/적용 가능한 Ultra - lite commercial SCA 구조이다. 현재 이와 관련하여 SCA - lite를 표준으로 하고자 하는 활동이 진행 중이다.
- 응용 계층에서의 표준화 대상기술은 소프트웨어 다운로드 기술이며, SDR 포럼에서 표준화 작업이 진행되고 있으나 아직 확정된 바 없다. 소프트웨어 다운로드 중에서도 글로벌 로밍의 기반이 되는 Over - the - air(OTA)에 의한 재구성방안은 각 단말기가 갖는 다양성과 다운로드 과정(프로토콜)의 복잡성으로 인하여 요구사항을 정하는 것이 어렵다.

〈표 1〉표준화 대상기술과 관련 SDRF의 WG

표준화 대상 기술	관련 SDRF의 Working Group
HW Abstraction	HAL-WG
SW Architecture(SCA, OS, Middleware)	SCA Reference Ad-Hoc WG
Download Protocol	Commercial Wireless DL - WG
Security and Authentication	System Interface - WG Commercial Wireless DL - WG

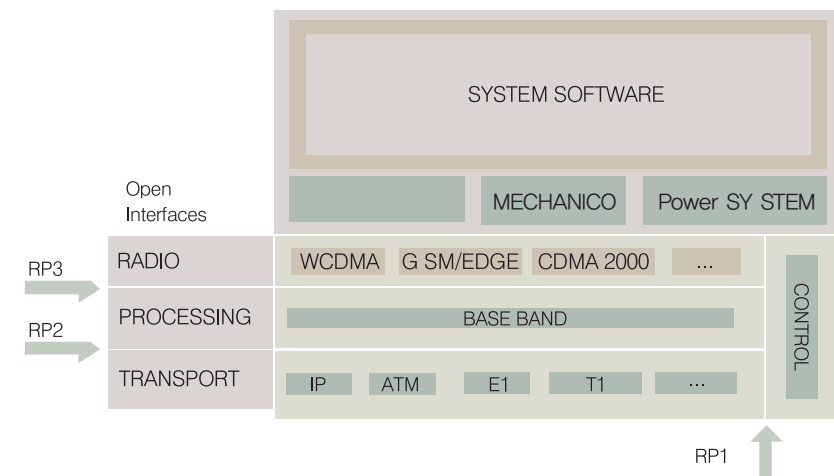
- OTA download와 밀접한 기술로는 보안 및 상호인증을 위한 기술표준화 작업이 동시에 진행되어야 하며, SDR 포럼에서는 WAP(Wireless Application Protocol) Forum과 ETSI SMG4 - MExE(Mobile Execution Environment)와 함께 이에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다.
- SDR의 글로벌로밍 기능을 효율적으로 실현하기 위해서는 각 나라의 규제 관련 연구개발이 필요하며 미국의 FCC에서는 2001년에 SDR의 정의와 형식승인 방법에 대하여 발표하였으며 SDRF의 규제위원회에서 전문가들이 주파수관리 및 규제에 관한 활동을 활발히 하고 있다.
- OMG(Object Management Group) 내에 software-defined 통신 기술과 관련된 기술 측면들을 활성화시키기 위한 목적으로 구성된 SWR SIG(Software Radio Special Interest Group)은 2004년 1월 SBC DTF(Software Based Communication Domain Task Force)로 전환되어 SWR SIG에 이어 계속 규격화 작업을 진행하고 있다. SBC DTF는 OMG내 다양한 subgroups과 요구 사항들에 대한 토론을 진행하여 OMG 기술의 사용을 활성화하고 software-defined 통신 장비들을 타겟으로 된 소프트웨어 기술의 유지, 동작, 개발 등을 지원할 규격의 개발을 주요 목적으로 하고 있다. 2004년 5월에 "PIM and PSM SWRadio Components"라는 제목의 드래프트 규격을 발표하였다. 이 규격은 SDR에 관련된 파형들의 이동성을 향상시키기 위하여 파형 개발에 사용되어 질 수 있는 무선 인프라 구조에 대한 것이다. (그림 7)은 OMG에서 바라보는 SDR의 계층 구조를 설명하고 있다. SWRadio 플랫폼에 의해 지원되는 어플리케이션들은 크게 SWRadio에 주요 초점을 둔 파형 어플리케이션, 일반적인 목적을 설명하는 관리 어플리케이션, 네트워크 어플리케이션과 사용자 어플리케이션과 같은 응용을 제공하는 어플리케이션으로 분류할 수 있으며 이러한 어플리케이션들은 SWRadio 플랫폼의 실제 하드웨어 장치들의 논리적 장치가 내부에 존재하는 SWRadio Facilities에 의해 제공된다. 논리적 장치들은 파형 어플리케이션에 의해 직접 사용되지 않는 대신 SWRadio Facilities에 의해 사용되어야 한다[37].



(그림 7) SW Radio Layered View

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- OBSAI(Open Base Station Architecture Initiative)는 기지국 구조에 대한 개방된 specification을 만들어 내기 위해 기지국 사업자, 모듈과 구성요소 제조업자들 사이에서 2002년 9월에 형성된 새로운 단체로 모듈들 사이에 내부적 인터페이스에 대해 자세한 규격과 기본적인 모듈러 구조를 정의함으로써 셀룰러 기지국을 위한 오픈 마켓을 창출하는 것을 목표로 하고 있다. OBSAI는 (그림 8)과 같이 모듈러 레벨의 기지국 구조를 정의하고 동의하는데 있고 주요 기능 모듈 사이의 인터페이스 규격을 개발하고 정의하며 차세대 기지국에 요구되는 기술적 동작과 가격의 효율성을 위한 world-class 모듈의 유용성을 제공하는데 있다[9]. OBSAI에서는 현재 RP(Reference Point) 3의 RF, BB, Transport, Clock & Control, 전력 시스템을 정의하여 규격화를 마친 상태이며 RP1과 RP2는 현재 진행 중이다. OBSAI는 낮은 개발 가격, R&D 자원의 효율적인 이용, 혁신성, 향상된 기능과 빠른 time to market 등을 개방형 구조가 갖는 이점으로 꼽고 있다.



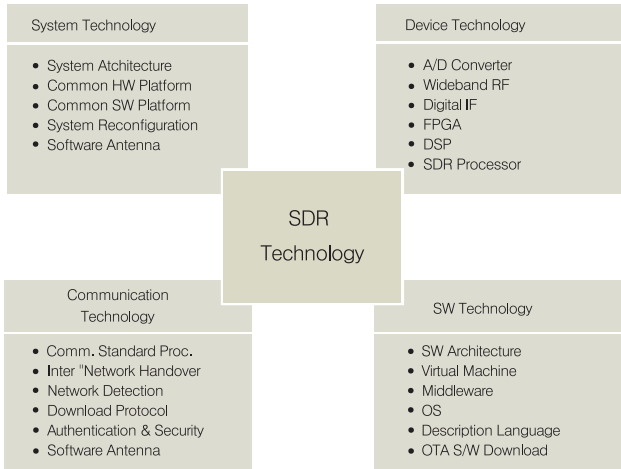
(그림 8) 개방형 기지국 구조

- 2003년 12월에 FCC NPRM에서 주파수 공용 사용 가능성이 언급된 이후 이를 현실적인 시스템으로 개발하려는 노력이 IEEE802.22이라는 표준화 기구를 탄생시켰다. 2004년 8월 IEEE에서 PAR(Project Authorization Request)를 승인 받은 뒤 2004년 11월에 IEEE802.22 첫 모임을 가졌다. 이 후 2개월에 한 번 씩 표준화 미팅을 하고 있고, 2006년 1월 첫 번째 초안을 내보내는 것을 목표로 하고 있다. 하지만 다양한 기술적인 논의의 필요성으로 표준화 일정은 다소 늦춰질 가능성이 있다.

〈표 2〉 요소기술 요약

요소기술	내 용	표준화정도 (국외)	표준화정도 (국내)	상용화정도 (국외)	IPR 보유기관
HW Abstraction	SPS 소프트웨어 및 응용 소프트웨어가 다양한 HW에서 저렴하면서 효율적으로 동작될 수 있도록 하기 위한 HW 추상화	연구개발단계	연구개발단계	연구개발단계	-
SW Architecture 기술	SDR의 기본 특성인 개방성, 분산성, 객체지향성 SW 제어성을 달성 할 수 있는 SW구조를 개발하는 기술?운용체제(OS) 및 미들웨어 기술도 포함	초안단계	연구개발단계	시제품	-
다운로드 프로토콜 기술	네트워크의 다양한 통신방식이나 부가서비스에 맞추어 스스로 SDR 단말기의 재구성이 가능토록 하는 SW 다운로드 기술. 특히 무선 인터페이스를 통하여 자동으로 단말기 재구성을 가능케 하는 OTA 다운로드 기술	연구개발단계	연구개발단계	연구개발단계	-
보안 및 인증기술	다운로드 프로토콜을 불법으로 사용하는 것을 방지하고, 도청 및 간섭을 막기 위한 기술	연구개발단계	연구개발단계	연구개발단계	-
인지무선기술	주어진 환경 하에서 최적의 무선접속 방식을 자동으로 인지하고 스스로의 전송방식을 결정하여 최적의 통신 환경을 구축하는 기술	연구개발초기 단계	연구개발초기 단계	연구개발초기 단계	-
핵심기술 관련 제품	- SDR testbed - ADC/DAC - Signal processors, SDR Chipset	사실 표준화		상용제품	

2.1.3. 연관기술 분석



(그림 9) SDR 기술과 연관기술

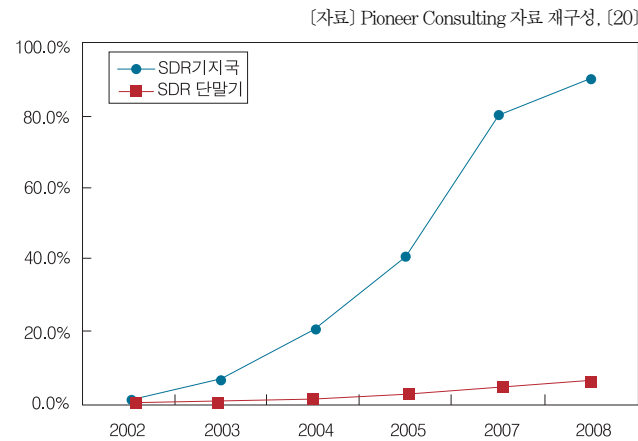
2.2. 시장현황 및 전망

2.2.1. 국내 시장 현황 및 전망

- 국내 시장 현황에 관한 조사보고서 및 통계자료가 전무한 상태이어서 참고문헌[20]에 있는 내용을 다음과 같이 인용한다.
- 현재의 R&D 상태로 볼 때 SDR 기술은 가까운 미래에 상용화가 될 수 있을 것으로 예상되었으며, 많은 이동통신 사업자들과 벤더들에 의해서 추진되어 왔다. 결과적으로 초기 전망에 따르면 SDR 기술은 4G 네트워크 보급 이전까지는 확산되지 못할 것이며, SDR 기술의 상용제품 출시는 2006년 이후에나 가능할 것으로 예상되었다. 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, 이동통신시장의 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 기술도입이 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

- 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 예측되고 있다.
- (그림 10)은 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.



(그림 10) SDR 기반 기지국 및 단말기의 점유율 전망

- SDR 기지국 시장
 - SDR 기지국 시장은 기존 기지국의 성능개선이나 신기술로의 대체수요, 가입자의 증가와 함수 관계를 갖는다.
 - 일반적으로 기지국의 수명을 10년으로 추정하고 있다. 따라서, 1990년대 말부터 2000년대 초에 급격하게 설치된 기지국은 2008년경까지는 대부분 대체될 것으로 예측되고 있기 때문에, SDR 기지국 관련 시장은 앞으로 매우 빠른 성장이 예상된다. 특히, 2006년 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 본궤도에 들어설 것으로 예측되는 2006년까지 1G 혹은 2G 기지국을 3G로 업그레이드하기 위한 SDR 기지국의 도입이 활발하게 진행될 것이라는 예측과 맥을 같이한다.
 - 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. 북미지역이 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 상대적

으로 타 지역에 비해 이른 시기에 하락할 것으로 예측되기 때문이다.

- SDR 포럼과 Gartner Consulting이 2002년에 조사한 유럽과 북미의 SDR 기지국 시장 전망은 (표3)과 같다 [6]. 통계자료는 오직 새로운 3G 기지국에만 SDR 기술이 사용될 것으로 가정하였다. 유럽인 경우에 2004년부터 대체될 3G 기지국은 25,00(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 68,500개중에서 SDR 기지국은 14,800개(21.6%)이다. 이 결과는 Pioneer Consulting Group의 긍정적인 전망과 많은 차이가 있음을 보여준다.

〈표 3〉 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%)

[출처] Gartner Consulting [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 내외로 비교적 빠른 예외적인 수요패턴을 보여주고 있는데, 이는 이동전화가 사회적 분위기를 반영하여 최신 유행과 패션에 민감하게 반응하기 때문으로 전문가들은 보고 있다. 소비자들의 단말기 교체시기와 포화점을 향하고 있는 이동전화 서비스의 라이프사이클을 토대로 미루어 볼 때 단말기 교체는 그 조건을 충족하고 있다고 보여 진다.
 - 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 북미지역 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 지역 시장에서 우선적으로 도입될 것으로 보인다.

- Gartner Consulting이 2002년에 조사한 유럽과 북미의 SDR 핸드셋 시장 전망은 (표4)와 같다. (표4)에 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 4〉SDR 핸드셋 시장 전망

Europe	2002	2003	2004	2005	2006	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	2002	2003	2004	2005	2006	Total
Handset Sales	90,000	100,000	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%)

(Unit : K)〔출처〕Gartner Consulting [6]

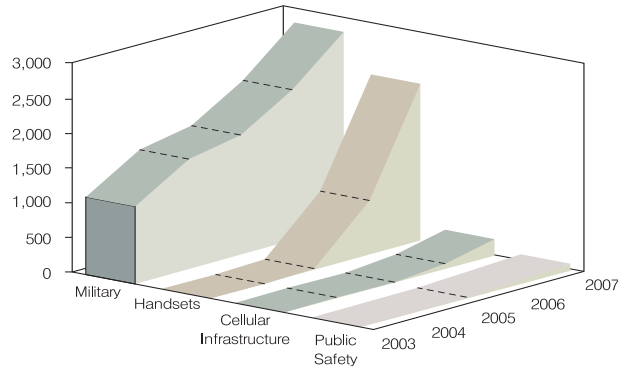
• 세계 SDR 시장 발전 전망

〈표 5〉SDR 응용분야 시장 예상표 (단위:백만달러)

	2003	2004	2005	2006	2007	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	

- Venture Development Corporation (VDC)에서 2004년 8월에 SDR 북미와 유럽 시장 조사를 한 결과가 있다[38]. (표 5)와 (그림 11)은 VDC의 시장조사를 나타낸 것이다. VDC에서는 2004년에 SDR 북미, 유럽 시장이 \$1.6 billion 이상이 될 것이라고 예상하고 있다. VDC에서는 각 시장을 Military, Commercial Wireless Infrastructure, Public Safety & Homeland Security, Cellular handsets, Wireless LAN분야로 나뉘었으며 각 부분에 대한 예상은 (표 6)에 나와 있다. (표 6)과 (그림 11)에 따르면 VDC에서는 SDR 기술은 military분야에서 큰 시장을 형성하게 되고 commercial 분야로 확산될 것으로 예상하고 있다.

Standardization Roadmap
for IT839 Strategy



(그림 11) SDR 응용분야 시장 예상도 (단위:백만달러)

〈표 6〉SDR 응용분야 시장 요약

Application Segment	Market Penetration		Market Potential	Potential Growth Scenarios		SDR Level Advancement	Relevant Hardware Technologies				
	2003	2007		Positive	Negative		DSP	FPG	RBP	RFF	AD/DA
Military	Moderate	Very High	Very Large	- High number of units procured - High per unit cost - Accelerated SDR programs and contract awards - RFFE technology maturity	- 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	- 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	- 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 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	- 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

Application Segment	Market Penetration		Market Potential	Potential Growth Scenarios		SDR Level Advancement	Relevant Hardware Technologies				
	2003	2007		Positive	Negative		DSP	FPG	RBP	RFF	AD/DA
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	-
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"> = Emerging 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 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 대량생산으로 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

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

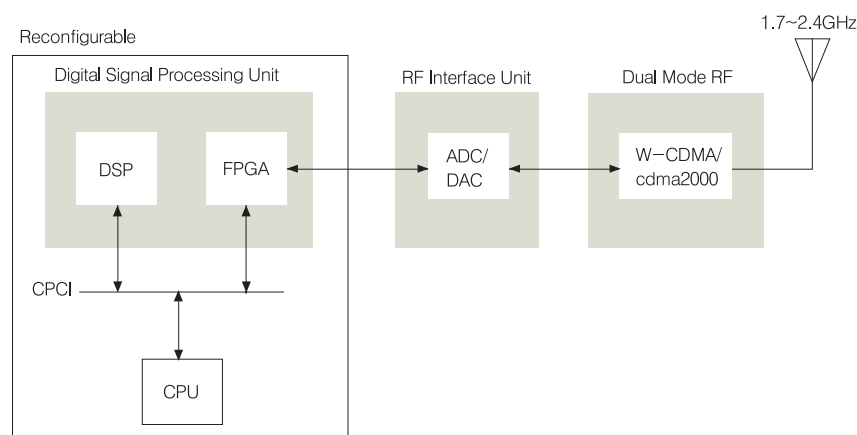
기능은 디지털 기능만큼 쉽게 맞춤화 될 수 없으므로 현재는 RF 프론트 엔드에 한계가 있고, 멀티밴드 안테나 시스템과 전력증폭기도 개발되어야 하는 과제가 있다.

- 최근 기술발전 추세 등을 볼 때 소프트웨어 기반 기술의 중요성이 부각되고 있으며, 전문가들은 SDR의 도입에 따라 현재 하드웨어 중심인 무선 분야에서도 소프트웨어가 하드웨어를 지배 하는 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. 기술 개발 현황 및 전망

2.3.1. 국내 기술 개발 현황 및 전망

- 4G 시스템 개발을 시작하려고 하는 국내에서는 SDR 기술에 대한 관심이 크게 증대되어, 대기업 및 벤처 기업에서는 3G 이동통신 시스템의 SDR 개념 적용에 대한 연구를 진행하고 있고, 학계에서는 SDR 시스템 설계를 위하여 요구되는 기반 기술 및 SDR에 적용할 수 있는 첨단 DSP 알고리즘 개발 연구를 추진하고 있다. 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.
- ETRI에서는 2003년까지 SDR 기반 기술을 확인하고 검증하기 위하여 CDMA2000과 WCDMA 규격의 모델을 SW만으로 동작이 가능한 실시간 SW 모델 플랫폼을 개발하였다. 이 플랫폼은 크게 RF 송수신기, RF 인터페이스 모듈, 그리고 디지털 신호처리부, 그리고 시스템 제어부 등 네 부분으로 구성되어 있다.
- RF 송수신기는 W - CDMA 규격과 cdma2000 규격을 동시에 지원하는 이중모드로 설계되었다. 특히 주파수 직접변환방식을 채용하여 RF소자의 비중을 상당량 축소시켰다. RF 인터페이스 모듈은 디지털/아날로그 변환을 수행하고 RF 송수신기 제어에 필요한 각종 제어 회로를 포함한다. 디지털 신호 처리부는 하나의 FPGA와 여러 개의 DSP 프로세서로 구성되어 있어서 DSP 프로그램에 의해 CDMA2000과 WCDMA 규격의 모델이 실시간으로 동작이 가능함을 보여주고 있다. 이 두 가지 모델이 동작하는 데에는 상용 DSP칩 하나로 충분히 동작이 가능함을 보였다. 또한 시스템 제어부는 CPU가 cPCI 인터페이스를 통하여 SDR의 재구성능력 기능을 수행할 수 있는 구조로 되어 있다. (그림 12)는 SDR 플랫폼의 전체 구성 블록도를 나타낸 그림이다[1].
- ETRI는 이러한 이중모드 SW모델 플랫폼의 개발에 따라 검증된 SDR 기반기술로부터 상용화가 가능한 이중모드 기지국 개발을 추진하고 있다. 이 기지국은 WiMAX와 HSDPA의 기능이 동일한 기지국 플랫폼에서 수행이 가능함으로써 CDMA기술과 OFDM 기술인 이기종의 기술이 동시에 같은 플랫폼상에서 SW만으로 동작이 가능함을 증명하기 위한 기지국이다. 이 기지국이 개발되면 다양한 기지국을 동시에 하나의 기지국에서 운용이 가능해지며, 특히 Backhaul 연결망을 확보하게 되어, 섬과 같은 유선 설비를 갖추기 어려운 특정 환경에도 동일한 기지국 설비를 갖추 수 있다는 장점을 가질 수 있다. 또한 MESH 네트워크의 구성이 가능해 주파수 자원의 효율적 이용과 더불어 양질의 Seamless 서비스의 제공이 손쉬워 진다.



(그림 12) ETRI SDR 플랫폼 구성 블록도

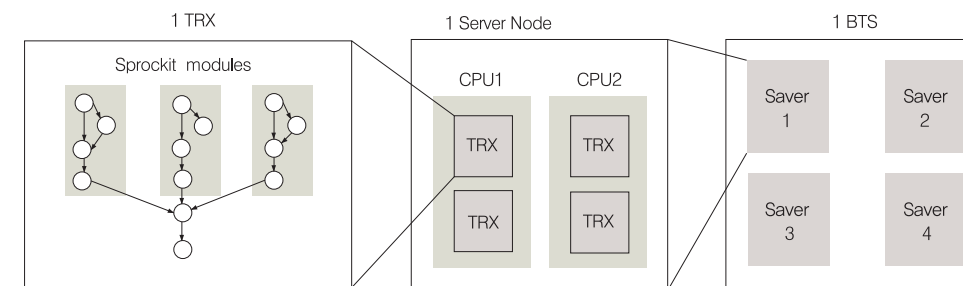
- 삼성탈레스에서는 RF단을 제외한 군용의 SDR 시스템을 구현한 바 있으며, 실시간 구현을 목적으로, 다운로드에 의한 소프트웨어의 재구성성을 통해 기존 통신과 시스템과의 상호운용 및 다양한 통신 모드 및 응용에 대해 확장이 가능토록 한 하드웨어 구조를 제안하였다[1].
- 한양대학교의 HY - SDR 연구센터는 SDR Forum(SDRF)와 Object Management Group(OMG)에서 진행 중인 스마트 안테나 API의 초안을 제시하였고 업데이트에 주도적인 역할을 담당하며, 적극적으로 참여하고 있다. 또, 스마트 안테나 API 기반 WiBro와 HSDPA의 Dual mode 기지국을 개발하고 있으며, 구현 기술에 대한 원천 기술 확보 및 IPR 확보에 주력하고 있다.

2.3.2. 국외 기술 개발 현황 및 전망

- SDR 기지국 개발 현황을 살펴보면, AirNet에서는 GSM, GPRS, EDGE 세 가지 모드 변경이 동일 플랫폼 상에서 무선 인터넷을 통해 소프트웨어 업그레이드가 가능하도록 설계한 AdaptaCellTM을 1997년에 발표하였다. 호주의 SDRCT(구 ACT)사는 다중 네트워크 환경에 공통인프라구조를 제공함으로써 CDMA 방식의 경우 퀄컴의 칩셋을 이용하지 않고도 네트워크 제공자가 GSM, CDMA, W - CDMA, UMTS 등의 서비스 프로토콜 제공이 가능하도록 한 SpectruCell SDR 플랫폼을 2001년에 발표하였다. Spectrum Signal Processing사는 군용 통신, 상업용 무선 시스템(3G), 무선 테스트와 측정 등 다양한 분야에 응용이 가능한 cPCI 기반 시스템인 SDR - 3000을 2002년에 개발하였다[10]. 일본의 KDDI에서는 소프트웨어 다운로드가 가능한 PHS 기지국 테스트베드를 발표하였다. Harris사에서는 공통 플랫폼에서 동작하는 다중 대역 소프트웨어 기반 군용무선 시스템인 FALCONTMIII를 발표하였고, 그 외 여러 회사에서는 SDR 기지국과 스마트 안테나에 대한 연구를 진행하고 있다.
- VANU Software Radio 기지국[39]은 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 절감

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

시켜 주며, 또한 산업 표준 하드웨어의 사용으로 고객의 가격대비 CPU성능을 극대화 시켜준다. 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 나누어 질 수 있다. 소프트웨어를 최소 부분만 변경함으로써 다른 기능을 수행할 수 있도록 객체지향 설계기술이 사용되었다. 이는 고급언어와 VANU의 software radio core 기술이 결합되도록 사용되었다. 기지국은 (그림 13)과 같이 산업용 물리계층 신호처리모듈부터 완전한 BTS 까지 계층적 구조로 제작되었다.



(그림 13) hierarchical composition of GSM Base Satation

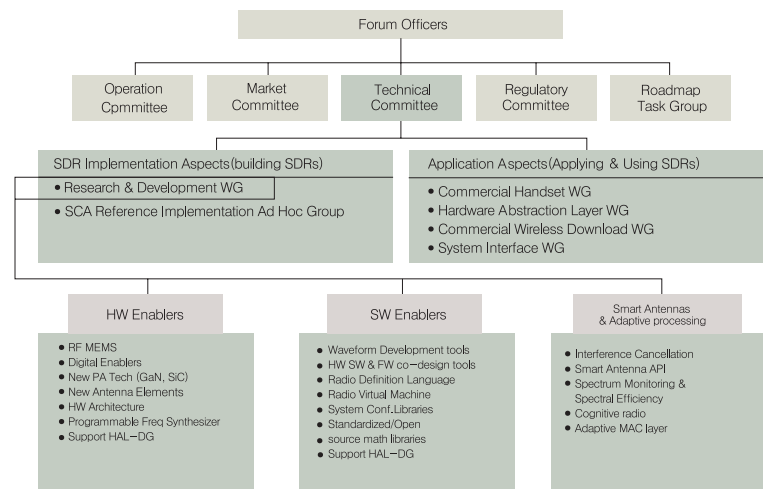
- BTS 는 몇 개의 서버로 구성되고, 각 서버는 표준 Linux 운영체제에서 실행된다. 서버는 VANU의 RDL(Radio Description Language 시스템을 사용하여 다수의 TRX (Transmit - Receive) element를 제어한다. 하나의 TRX는 하나의 GSM 주파수를 처리하는데 필요한 모든 GSM 모듈을 나타낸다. 즉, 8 time slot은 하나의 컨트롤 채널과 7개의 voice call 또는 8개의 voice call을 나타낸다.
- VANU의 Software Radio시스템은 GSM 뿐만 아니라 GPRS, EDGE로의 기능 수행이 가능하다. 또한 VANU는 범용 서버에서 동작하는 BSC를 개발하였고, 이는 Gigabit Ethernet Switch에 접속이 가능하다. 이 BSC는 150 GSM Carrier 를 처리할 수 있는 용량을 가진다. 이 시스템은 2004년에 최초로 FCC의 승인을 받았다.
- 단말기용 SDR 개발은 핸드셋용 DSP를 개발하고 있는 SandBridge Technology Inc.에서 상용DSP의 시리얼 처리 방식을 병렬처리가 가능한 SandBlasterTM 프로세서를 개발하여 2003년에 출시하였다[8]. picoChip 에서는 기지국용 프로세서를 개발하고 있으며, Motorola에서는 RCF(Reconfigurable Computing Fabric)를 개발하고 있다. 이외에 군용 핸드셋 및 무전기 개발 등 한정된 분야에서 SDR 기술개발을 진행하고 있다. 이는 단말기가 갖는 고유 특성인 소규모성, 저전력 소모, 경제성 등의 제약 때문으로 단말기의 시제품은 2006년 정도 발표될 것으로 예측하고 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 연구발표를 하고 있는 정도이며, SDR 기술관련 표준개발 연구는 각 연구소 및 학계에서 부분적으로 진행하고 있다.

2.4.2. 국외 표준화 현황 및 전망

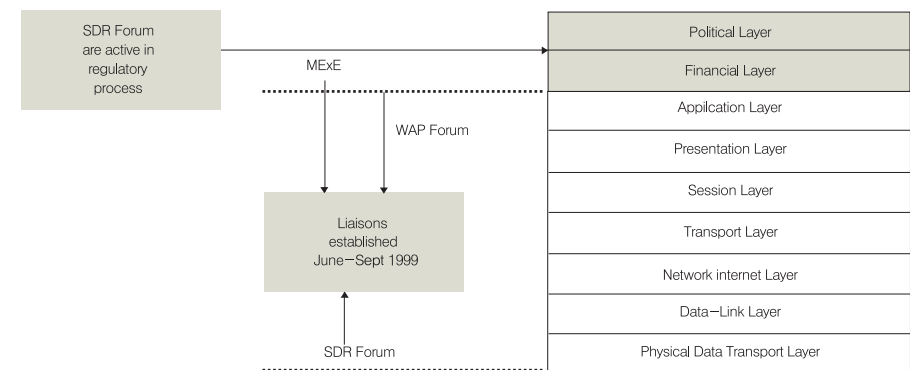


(그림 14) SDR 포럼 조직도 및 R&D WG 구성도

- 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. SDR포럼은 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].
- (그림 14)는 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 발전 방향 예측 및 홍보를 수행한다. 규제 위원회(RC)는 전 세계에서 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 제시 받기 위하여 NOI(Notice of Inquiry)에 대한 답변제출을 요구하였다. 2000년 6월 SDR 포럼회원들의 의견이 제출되었고, 2000년 7월 FCC로부터 이에 대한 회신을 받은 상태이다.

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

- 기술 위원회(TC)의 경우 SDR 포럼 내 기술적인 모든 측면을 다루고 SDR 다중 프로세서 시스템 설계 참고모델로 사용될 수 있는 개방구조를 정의한다. 이 구조는 시스템의 서로 다른 블록들 사이에 통신을 허용하는 API들을 포함한다. 기술위원회 내에는 여러 WG들이 구성되어 원격회의 및 워크숍을 진행한다. 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 계획으로 있다[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 (그림 15)의 표준화 구축방향과 같이 이러한 모든 프로토콜에 대한 정책적, 경제적인 규정에 대한 방침까지 제시할 계획을 갖고 있다.



(그림 15) 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 비전 그룹 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].

3. 중장기 표준화로드맵 및 추진전략(안)

3.1. 표준화 SWOT 분석

3.1.1. 표준화 추진상의 문제점 및 현안사항

- SDR 기술 표준화와 관련하여 공식적인 표준 컨소시엄은 오직 SDR 포럼이다. 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 표준화 활동을 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)를 구성한다.
- SDR 표준 정의를 도출해 내기 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 추진한다.
- SDR 표준 개발과 SDR 사용 증진을 위하여 시장요구사항을 제안하는 서비스 제공업자의 적극적인 연구회 참여를 유도한다.
- 새로운 생상품, 서비스 및 응용을 가능토록 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 지원한다.
- 정기적인 SDR 기술 학술회의를 통하여 개발된 다양한 시스템 및 기술의 운용시범을 적극권고하고, 우수 성능 SDR 개발자에 대한 정부의 지원과 함께 국제 표준화 진입을 추진한다.

3.1.2. SWOT 분석 및 표준화 추진방향

- 표준을 선도하고 IPR을 확보할 수 있는 분야로는 SDR 포럼에서 초기단계의 표준화가 진행되고 있는 소프트웨어 다운로드, 보안 및 인증 기술 및 SDR 알고리즘 기술을 들 수 있다. 또한 차세대 이동통신의 핵심기술로 대두되고 있는 스마트 안테나 기술의 API 개발과 SDR을 위한 첨단 DSP 기술, 예컨대 저전력을 요구하는 SDR 알고리즘 기술개발은 한국이 주도적으로 연구 개발하여 국제적으로 선도할 수 있는 유망한 기술 부문이다. 보안 및 인증기술은 최근의 무선통신망 기술에서 매우 중요기술로 대두되고 있으므로 다른 무선통신 응용분야와 부

분적으로 접칠 수 있다. 이 분야의 기술은 국제선도가 가능한 분야이므로 정부에서는 이 분야의 연구가 지속적으로 추진될 수 있도록 적극적인 연구지원을 할 필요가 있다.

〈표 7〉SWOT 분석

국내 역량 요인 국외 환경 요인			강점(S)		약점(W)	
			시 장	- 신규서비스에 대한 관심 및 시장 역량 고조	시 장	- 이동통신 시장규모의 한계
			기 술	- 튼튼한 이동통신 Infra 구축 및 선진 국 수준의 정보통신 전문인력 보유	기 술	- 기술 표준 주도의 한계 및 원천기술의 국외 의존
			표 준	- 정보통신분야 국제 표준 전문가 보유 및 활동	표 준	- SDR 분야 국제 표준 전문가 부족, 활동 미흡
기 회 (O)	시 장	- 4G 이동통신 및 WiBro/ HSDPA 등 다중모드 또는 융합 서비스 준비중	- 풍부한 인프라를 활용한 시스템 융합 기술의 적극적 개발을 통한 시장 선점 (예: WiBro 사업의 조기 추진으로 인한 세계시장 선점효과) 및 표준화 선도		- 국내 전문가 양성 및 국제 표준화 활동 적극 지원 - 국내 기술개발 투자 확대로 원천기술 국외의존도 개선	
	기 술	- 무선인터넷 기술분야 세계 최초 상용화 기술 보유				
	표 준	- 휴대인터넷 표준 선도 가능				
위 협 (T)	시 장	- switchable한 다중모드 시스템 탄생 - SDR 시스템 가격 경쟁력 약화	- SDR기술의 효용성 부각 및 상대적 시장성 제고 방안 마련 - 국제 표준 동향 심층 분석 및 능동적 참여		- 국내 전문화 기구 설립과 국제 표준기구 적극 참여에 따른 국제기술경쟁력 향상	
	기 술	- 기술개발 투자 저조로 상대적 기술 수준 열세				
	표 준	- 선진국 위주의 표준화 진행				



3.2. 중점 표준화항목

3.2.1. 중점 표준화항목 도출

3.2.1.1. S/W 다운로드 및 보안

- 소프트웨어 구조(Software Architecture) 기술
 - SDR에서의 소프트웨어 구조기술은 SDR의 필요기술 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.
 - JTRS에서는 2004년 8월 SCA 버전 3.0을 발표하였으며, 버전 2.2에 비해 좀 더 구체적인 스펙을 정의하였다. SCA 3.0은 운영체제의 요구사항, 미들웨어의 정의, 코어 프레임워크와 응용 프로그램간의 인터페이스 등

을 구체적인 UML문서를 통하여 결과로 도출하였다. 국내에서는 SDR Ad HOC Group을 구성하여 SDR 기술의 전체적인 표준화 쟁점에 대해 기술적인 검토 및 연구발표를 진행 중이지만 아직까지 확정된 표준안을 독자적으로 발표하지 않았다.

• 터미널 재구성 기술

- 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 있으니 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 기술은 단일 하드웨어 플랫폼 상에서 소프트웨어적인 재구성을 통해 특정 규격 내지 특정 목적의 통신 송수신 시스템으로 변경하여 다양한 무선 규격을 하나의 시스템으로 제공할 수 있다는 점을 고려할 때 향후 4세대 이동 통신 시스템의 근간이 될 핵심 기술로 대두되고 있다.
- 상용화되고 있는 부분적인 SDR 플랫폼과 같이 국내 연구소 차원에서의 개발도 기지국 재구성 시스템에 주력하여 일차적으로 플랫폼을 설계하고 구현한 후, 모뎀 부분을 소프트웨어로 처리하여 CDMA2000과 WCDMA 기능이 재구성 가능한 방법으로 동작하도록 개발하고 있다. 현재의 상용화 시스템은 3G 시스템과 무선랜 시스템 간의 다중 대역, 다중모드 등의 동작이 가능하도록 하여 3G 시스템과 무선랜 시스템의 장단점을 보완하는 방식으로 접근하고 있다.
- 향후, SDR 단말기의 프레임워크 소프트웨어를 향상된 성능으로 구현하기 위한 기술적인 문제 도출과, 또 지속적으로 변화가 이루어질 사용자의 요구사항을 유연하게 수용할 수 있는 소프트웨어 다운로드 구현 및 보안 기술 개발, 제3자 소프트웨어를 수용하면서 무결성을 유지할 수 있는 소프트웨어 표준화가 필요하다.

• 보안 및 인증 기술

- SDR 보안 시스템 구축 위한 보안 및 인증 기술은 단말기와 서비스 프로바이더, 네트워크 서버사이에 발생할 수 있는 보안 위협 요소를 최소화 하여 시스템 성능 향상과 무결성(Integrity) 서비스, 데이터와 단말기 인증(Data and Terminal Authentication) 그리고 재전송 방지(Anti-Reply Service) 서비스들을 제공하기 위함이다. 또한 소프트웨어의 다운로드 시 발생하는 전송보안에 대한 보안 방안도 고려되어야 한다.
- 현재 SDR 보안 시스템에 대하여 국내외 연구 기관들을 통해 연구 개발 단계에 있으며 정해진 표준이 없는 상태이다. 하지만 SDR 단말기의 특성을 고래해 볼 때, 현재 이동통신과 네트워크에서 사용하는 암호화 알고리즘을 적용할 수 있는 하드웨어 요소가 갖추어 질 것이다. 따라서 SDR 단말기에서 사용할 암호화 방식과 인증 알고리즘은 국제 표준에 의거, 새로운 단말기 구조에 적합한 설계로 응용되어야 할 것이다. 우선 선행되어야 할 문제는 암호화 기술에 대한 정의와 SDR 시스템에 적용할 알고리즘을 선택하는 과정이다.
- 현재 암호화 알고리즘은 데이터 암호화를 위한 대칭키 방식으로 단말기 특성을 고려한 AES(Advanced Encryption Standard)알고리즘, PKI(Public Key Infrastructure)기반의 RAS 알고리즘과 노드 사이에 전송되는 메시지(request, response)에 대한 암호화 방식으로 MAC(Message Authentication Code)알고리즘에

대한 연구를 통해 SDR 단말기에 적합한 암호화 알고리즘에 대한 연구 개발이 이루어져야 할 것이다.

3.2.1.2. 리컨피규러블 신호처리용 H/W

• 디지털 IF 기술

- SDR 기술 이전에는 RF 신호를 기저대역 신호로 변환하기 위해서 IF 신호로 주파수를 낮춘 후 이 IF 신호를 기저대역 신호로 낮추는 2단계 하향변환기법을 사용하였다. 그러나 최근 RF 신호처리 기술 및 RF IC 기술 등의 발전으로 인해 RF 신호를 효율적으로 처리하는 방법들이 개발되었다. 이중 한 가지는 RF 신호를 IF 신호로 변환하고 이 신호를 디지털로 변환하여 디지털 영역에서 기저대역 신호로 바꾸어 주는 디지털 IF 기술이고, 다른 하나는 RF 신호를 직접 기저대역 신호로 변환하는 기술로 직접 변환(Direct Conversion) 또는 Zero IF 기술이다.
- 최근 ADC/DAC 및 범용 디지털 신호처리 소자들의 고속화 및 고성능화로 인해 IF 대역과 기저대역 신호들 간의 직접 디지털 변환의 구현이 현실화되고 있다. 사용자의 관점에서 국지적으로 상용화되고 있거나 장래에 출현할 다양한 이동 통신 시스템 규격들 및 이에 대해 사업자들에게 할당되는 주파수 대역들이 서로 다른 점을 고려할 때, 이중 시스템 혹은 사업자들에게 할당된 주파수 대역에 구애받지 않고 언제 어디서나 자유롭게 무선 채널을 액세스하고 또한 특정 채널을 임의로 선택하기 위한 디지털 RF/IF 및 채널화기의 실현이 필수적이다. 한편 기지국 시스템 관점에서 볼 때 특정 이동 통신 규격의 물리 계층만을 지원하는 무선 인터페이스가 아닌 다중 이동 통신 모드를 지원할 수 있는 유연성이 가미된 디지털 RF/IF 및 채널화기/역채널화기가 필요하게 된다. 이를 위해서는 기지국상 혹은 단말기상의 무선 인터페이스 처리 부분, 즉 주파수 상·하향 변환 및 채널 선택·조합을 용도에 맞게 별도의 하드웨어 수정 없이 소프트웨어적으로 변환하기 위한 SDR 기술이 필연적으로 요구된다.
- 디지털 IF 관련한 국제표준화 활동은 2005년 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.

• H/W: Reconfigurable Signal Processors (RSP)

- 기존 무선 통신 시스템에서 기저대역 신호처리 device로 ASIC이 많이 쓰였던 반면, SDR에서는 RSP에 의해 구현되고 있다. 현재 상용 RSP로는 DSPs (TI, Analog Device 등)와 FPGA (Altera, Xilinx 등)등이 있다. 하지만, 낮은 MIPS와 높은 파워소비, 높은 가격 등의 이유로 picoCHIP, Chameleon Systems등에서 새로운 클래스의 RSP 개발이 시도되고 있다. RSP 개발 기술은 일반적으로 표준화가 추진되지 않는 COTS(Commercial Off-The-Shelf) 기술이며, 실제 SDR Forum, OMG등 SDR 관련 표준화 단체에서도 이 기술에 대한 어떠한 표준화 움직임도 보이지 않고 있다. 다만 IPR 확보차원에서의 연구개발이 필요하다.

• 스마트 안테나 기술

- 3G와 4G의 통신 시스템에서 통신 용량 증대와 cell coverage 증대를 위해 주목받고 있는 스마트 안테나 기술에는 시스템 구현 기술, 빔형성 알고리즘, 개방형 구조 개발 기술 등이 있다. 이중 구현 기술과 빔형성 알고리

즘 개발 기술은 표준화 대상에 부적합하지만, SDR 네트워크를 위한 스마트 안테나 시스템의 개방형 구조 개발은 표준화 대상이 된다.

- SDR Forum(SDRF)에서는 JTRS - JPO의 SCA를 기반으로 하여 SDR 시스템의 SW 구조를 개발하고 있다. SCA란 Radio System의 기본 구조 모듈과 각 모듈간 API를 정의하고, SW Download를 위한 프로토콜을 정의하는 규격이다. SDR의 Common 개방형 구조는 각 개발사에서 구현한 서로 다른 HW 구조에 SW download를 위해 Internet의 Virtual Machine(VM)과 같은 개념이 요구된다. SCA에서는 통신 시스템의 구조를 VM화하기 위해 CORBA를 기본으로 사용하며, 각 SDR subsystem은 CORBA로 정의된 각 모듈 기능을 고유의 HW 구조에서 수행할 수 있어야 한다. 이 구조는 스마트 안테나 시스템에도 적용되며, SDRF와 Objective Management Group (OMG)에서 스마트 안테나 시스템을 위한 개방형 구조의 표준화를 추진 중에 있다.
- 따라서 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 표준화 활동에도 국내 학계, 기업의 활발한 참여가 필요할 것으로 보인다.

• SPS (Signal Processing Subsystem) 개발기술

- SDR 시스템을 구축하기 위한 SPS (Signal Processing Subsystem) 개발기술에는 SDR 테스트베드 구축 기술, SDR 관련 신호처리 알고리즘 기술, SDR 프로세서 활용기술 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. 따라서 SPS 개발기술 관점에서는 관련기술 활용 인력을 양성하고 관련 IPR 확보에 주력해야 할 것으로 보이며 SDR 포럼의 HAL - WG에서 이루어지는 SPS SW의 이식성, 상호동작성에 대한 표준화 활동에도 활발히 참여해야 할 것으로 보인다.
- 2005년 현재 SDR 포럼의 HAL - WG에 참여하고 있는 우리나라의 단체로는 HY - SDR 연구센터와 삼성전자가 있고 국외 단체로는 Motorola, Mitsubishi Electric, Sandbridge Technologies, Siemens, Xilinx Inc. 등이 있다. HAL - WG의 표준화 진행정도가 연구개발단계에 있기 때문에국내외의 표준화 격차는 비슷한 정도에 있는 것으로 보인다. 또한 국내의 ETRI, 삼성전자, LG전자, 한양대학교, SASTech, 한텔 등이 SDR 시스템, 테스트베드 구축했고 이에 관련한 IPR을 확보한 상황이며, 국외의 Motorola, Lucent, Nokia, Ericsson 등에서 SDR 시스템 구축 및 IPR 확보에 노력 중에 있다.

3.2.1.3. SDR용 RF Device

• 다중 모드/밴드 안테나 기술

- 휴대단말기의 소형화, 경량화에 대한 연구개발은 이동통신 서비스가 시작되면서부터 사용자의 요구와 함께 지금까지 이어지고 있다. 초기의 이동무선단말기는 무전기라는 수식어가 붙을 정도로 크고 무거워 휴대성이

Standardization Roadmap

for IT839 Strategy

나쁘고, 성능이 우수하지 못했던 것도 사실이다.

- 국내외의 사회가 정보통신화로 급변하면서부터 이동무선통신 시장은 “황금알을 낳는 거위”라는 새로운 시장을 형성하며 급속히 발전했다. 반도체 기술의 발전과 다양한 멀티미디어 통신이 실현되면서 이동통신시장에도 많은 변화를 가져왔다. 기존의 음성, 데이터, 이미지 전송뿐만 아니라 동화상과 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있게 되었으며 앞으로 초고속 멀티미디어 서비스가 요구되고 있다.
- 현재, 소비자의 요구에 맞는 휴대단말기는 SDR 기술의 발전에 따라, 소형, 경량, 다중대역(Multi - band)화되고 있는 추세이며 휴대단말기용 안테나 개발에도 다양한 변화를 주게 되었다.
- 차세대 SDR 휴대 단말기의 멀티미디어 서비스 이용을 위해서 단말기에 장착되는 안테나는 다중대역(Multi - band) 안테나와 광대역(wide - band) 안테나로 바뀌고 있다. 예를 들면, 기존의 이동통신에 멀티미디어 기능이 추가되면서 탑재되는 안테나의 수도 증가하는 추세로 위성디지털 멀티미디어방송(DMB)용 휴대폰의 경우 갱펠러(중계기)용 안테나, GPS 위성신호를 수신하는 안테나, 블루투스 안테나를 추가하여 4개의 안테나가 필요하며 이는 주파수 대역이 달라 해당 대역에 맞는 안테나가 각각 필요하기 때문이다.
- 또한, 카메라 렌즈, LCD, 3D sound speaker, vibrator, FPCB 등 다양한 기능이 단말기에 추가되면서 안테나 주위에 많은 소자들이 존재하는 등 여러 면에서 안테나 성능을 악화시키는 구조로 변화되고 있다. 또한, 전자파의 인체에 대한 영향을 규제화하고 있는 SAR 조건에 만족하는 안테나를 개발 하여야 하며 더불어 경쟁성을 갖기 위해 저가의 안테나 개발이 요구되고 있다.
- 차세대 SDR 휴대 단말기는 점차 소형화로 안테나는 작아지며, 단말기 휴대의 편리성에 따라 외관상 부담이 되는 기존의 고정형 안테나를 단말기의 내부로 내장하는 추세로 진행되고 있다. 그러므로, 기존의 외장형 안테나에서 내장형 안테나 개발이 활발히 진행되고 있으며, 내장형 안테나 (인테나: Intenna)의 수요는 급증하고 있는 상황이다. 인테나는 기구 타입과 칩(chip) 타입의 2가지로 분류되는데 기구 타입은 대개 외장형 안테나를 대체하여 적용되고 있으며 칩 타입은 GPS, Bluetooth, W - LAN 용에 적용한다. 일반적으로 기구 타입은 PIFA 형태가, 칩 타입은 SMD 형태가 주로 사용된다.
- PIFA 안테나는 (Planar Inverted F Antenna) 소형평면 안테나를 단말기에 적용한 형태이며, SMD(Surface Mounted Device) Type안테나는 주로 세라믹 제조공법을 응용하여 적은 부피 내에 안테나를 형성시키는 형태의 안테나로 초소형 형태로 구현된 것이기 때문에 단말기의 어느 부분이라도 실장이 가능하며 양산성이 매우 우수하고 기존의 안테나들을 단말기에 부착할 때와는 달리 다른 SMD부품들을 회로기판에 접착하는 방법을 그대로 사용할 수 있다. 또한 현재 상용화된 제품들이 단말기 외부로 돌출되는 부분이 있다는 단점을 완전히 극복할 수 있는 제품으로 판단되며 차세대 SDR 휴대단말기용 안테나로서 연구가 활발히 진행되고 있다.

• RF front - end 기술

- 음성 통신 위주에서 다양한 형태의 멀티미디어 통신으로 무선 통신의 중심이 이동하고 있다. 다양한 환경에서 여러 형태의 무선 통신 서비스를 제공하기 위해 수많은 형태의 무선 통신 시스템이 사용되고 있으며 국가별로 사용하는 주파수 대역과 표준이 상이한 실정이다. 따라서 소비자의 입장에서는 단일 단말기가 모든 무선 통신 서비스를 사용할 수 있는 다중 모드/밴드 시스템이 되기를 원하고 있다. 이를 구현하기 위한 key technology의 하나는 RF front - end 기술로 미국/유럽/일본 등의 선진 기업에서는 이미 2~3개의 무선 표준/밴드를 지

원하는 RF front - end 기술이 개발되어 시판 중에 있다. 하지만 우리나라의 경우에는 단일 모드/밴드의 RF front - end 기술은 비교적 성숙하여 경쟁력을 갖고 있는 것으로 보이나 SDR과 관련된 다중 모드/밴드 기술은 선진국에 비해 뒤떨어져 있다. 향후 정부의 지원 하에 국내외 Rf front - end 관련 기업, 대학, foundry 업체 등이 공동으로 관련 기술을 개발해야 할 것으로 보인다.

- 또, RF front - end 기술로 주목받고 있는 것 중의 하나가 MEMS이다. MEMS란 Micro Electro Mechanical Systems의 약자로 초소형의 장치를 일컫는 말이다. MEMS 기술의 특징은 매우 정밀함을 요구하는 기계장치를 초소형, 저전력, 저가로 구현이 가능하다는데 있다. 이 MEMS 기술의 발달은 RF 기술과 융합하여 상용화 규격을 만족하는 제품들을 만들어 내기에 이르렀다. 일례로, CONVETOR라는 회사에서 이 MEMS 기술을 이용한 switch, varactor, filter등 다양한 RF 장비들을 개발하여 상용화하고 있다. 하지만, 아직 높은 주파수에서 동작하기 때문에 발생하는 민감한 오동작 등의 문제점을 가지고 있다. 이 MEMS 기술은 장치의 구현 기술로 표준화 대상은 아니다. 하지만, 무선통신의 주파수 영역이 매우 높아지면서 주목받고 있으므로, 원천 기술의 확보와 IPR 확보에 주력해야 한다.

3.2.2. 중점 표준화항목 현황표

〈표 8〉 중점 표준화항목 현황표

중점 표준화항목		S/W 다운로드기술	리콘피규러블 시스템 기술	RF Device 기술
세부 표준화항목		- software Architecture 기술 - 터미널 재구성 기술 - 보안 및 인증 기술	- 디지털 IF 기술 - H/W Reconfigurable Signal Processors 기술 - 스마트 안테나 Open Architecture (SAOA) 개발 기술 - SPS (Signal Processing Subsystem) 개발 기술	- 다중 모드/밴드 안테나 기술 - RF front-end 기술
시장현황 및 전망	국내	- 현재의 R&D 상태로 볼 때, SDR 기술은 가까운 미래에 상용화가 될 수 있을 것으로 예상되었으며, 많은 이동통신 사업자들과 벤더들에 의해 추진되어 왔다. 결과적으로 초기 전망에 따르면 SDR 기술은 4G 네트워크 보급 이전까지는 확산되지 못할 것이며 SDR 기술의 상용제품 출시는 2006년 이후에나 가능할 것으로 예상되었다. 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.		
	국외	- 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.		
기술개발 현황 및 전망	국내	- 한국 정보 보호진흥원	- 학계에서 연구 진행 중	- 전무
	국외	- R&D WG에서 SCA 기반 3가지 유형을 고려하고 있으며 표준 개발 진행 중 - CRC의 SCARI - Harris, GD, 모토롤라 등에서 다운로드 기술 및 보안 시스템 기술 (군용) 개발 중	- SDR 포럼의 HAL-WG에서 HW 기술 표준을 진행하고 있음	- SandBridge사의 SDR 프로세서 개발

Standardization Roadmap
for IT839 Strategy

중점 표준화항목		S/W 다운로드기술	리콘피규러블 시스템 기술	RF Device 기술
기술 개발 수준	국내	표준기획	설계	구현
	국외	표준기획	시제품	구현
	기술격차	없음	1~1.5년	1년
	관련 제품	- VANU Software Radio(BS), Airnet (AdaptaCell BS System), PA Consulting (Multi-mode 3G SDR BS)	- Sandblaster 3000 series (Sandbridge), PC1x series (Picochip)	- AD9777 (Analog Device High-speed AD converter),
IPR 보유현황	국내	- 인증 및 보안 시스템 기술 외 다수 추정	- ETRI, 삼성전자, SAS Tech, 한양대, 한텔 등에서 SPS 개발 기술, 스마트 안테나 구현 기술 등 다수 보유	- 삼성전기, 에이스테크놀로지, 케이세라 등에서 다중대역 칩 안테나 등 다수 보유
	국외	- Global Roaming 외 다수 추정	- 에릭슨, 루슨트, 모토롤라, 노키아 등에서 SPS 개발 기술, 스마트 안테나 구현 기술 등 다수 보유	- 미국 skycross, 일본의 Murata 등에서 다중대역 칩 안테나 기술 등 다수 보유
IPR확보 가능분야		- Software Architecture 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
표준화 현황 및 전망		- 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 버지니아 공대 연합하여 OMG와 SDRF를 통하여 진행 중 - 국외 : 미국, 일본, 유럽 등의 각 기업별로 보유 IPR을 기반으로 표준화 진행 중 - ETRI의 선도 기반 과제 결과물로 표준화 진행 예상	- 소자기술에서의 표준화는 기본적으로 COTS(Commercial Off-The-Shelf) 기술이므로 추진되지 않음 - 단지 IPR 확보차원에서의 연구개발이 요구됨
표준화 기구/단체	국내	TTA, ETRI, SDR Ad Hoc 그룹	TTA, ETRI, 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 참여업체 및 기관현황	삼성전자, LG전자, 전파연구소, ETRI, KETI, HY-SDR 연구 센터, MICT(전 일본 우정국 CRL), TTA	삼성전자, LG전자, 전파연구소, ETRI, KETI, HY-SDR 연구 센터, MICT(전 일본 우정국 CRL), TTA	삼성전자, LG전자, 전파연구소, ETRI, KETI, HY-SDR 연구 센터, MICT(전 일본 우정국 CRL), TTA
표준화 추진형태		공식 표준화	공식 표준화	사실표준화
표준화 수준	국내	표준기획	표준기획	표준기획
	국외	표준기획	표준안 개발/검토	표준기획
시급성 (신속성)		2년	2년	3년

3.2.2.1. S/W 다운로드 및 보안에 관한 기술 및 표준 현황

- S/W 다운로드 및 보안에는 software Architecture 기술, 터미널 재구성 기술, 보안 및 인증 기술 등이 속한다.

- 기술현황
 - SDR 단말기의 데몬 출시가 늦어지는 가운데 기술개발에 난항을 겪고 있다. S/W 다운로드 기술은 현재 이슈화 되고 있는 객체지향 개념을 기반으로 다운로드 기술에 대한 연구가 진행되고 있다. 부수적으로 사용자 인증과 데이터 보호를 위한 암호화 방식에 대한 연구가 진행되고 있다. 향후, SDR 단말기에 대한 하드웨어 구성이 진행됨과 동시에 구체화 될 것이다.

- 표준화 현황
 - S/W 다운로드 기술에 대한 표준화는 향후, SDR용 단말기의 구성이 이루어진 후 객체지향 개념의 프로그램 기법을 기반으로 단말기 재구성 방법 및 S/W 관리에 대한 표준화가 진행될 것이다.

- 국내/외 비교
 - S/W 다운로드 기술에 대한 국내/외 기술력의 차이는 없다고 본다. 국내/외 모두 S/W 다운로드 기술에 대한 표준화 및 정형화된 기술을 보유하고 있지 않으며, 단말기의 H/W적인 요소 기술이 갖추어진 상태에서 진행될 것이다.

3.2.2.2. 리콘피규러블 신호처리용 H/W 기술 및 표준 현황

- 리콘피규러블 신호처리용 H/W 기술에는 디지털 IF 기술, H/W - Reconfigurable Signal Processors 기술, 스마트 안테나 Open Architecture (SAOA) 개발 기술, SPS (Signal Processing Subsystem) 개발 기술 등이 속한다.

- 기술현황
 - 국내에서는 ETRI, 삼성 탈레스에서 SDR 기지국 및 시스템 개발하고 있으며, 국외에서는 VANU SRadion, Airmet사의 AdaptaCell, PA consulting 사의 Multi - mode SDR 기지국, Alcatel Telecommunication사의 Evolium 기지국 등 여러 회사에서 다양한 SDR 시스템 및 SDR 기지국 시제품을 개발하고 있다.

- 표준화 현황
 - 국내에서는 국제 표준을 수용 및 적용하고 있으며 국외에서는BTS System Reference Document Version 1.0, Issued 11, January 2005, Reference Point 1 Specification, Reference Point 2 Specification, Reference Point 3 Specification을 포함하고 있는 OBSAI (Open Base Station Architecture Initiative)라는 플랫폼 인터페이스 표준을 발표 하였으며 삼성, 삼성탈레스, LG ETRI에서 활동하고 있다.

- 국내/외 비교
 - 기술과 국외 기술의 기술 개발 및 성숙도 격차는 1~1.5년으로 사료되나, 요소 기술에 집중 투자하여 3~5년 이내에 만회 가능할 것으로 보인다.

3.2.2.3. SDR용 RF Device 기술 및 표준 현황

- SDR용 RF Device 기술에는 다중 모드/밴드 안테나 기술, RF front - end 기술 등이 속한다.

- 기술현황
 - RF Device의 핵심 기술로는 다중/광대역 안테나와 안테나 기술과 다중대역/모드의 Reconfigurable & Sampling Front - end 기술 등이 있으며 2GHz 대역의 기술은 구현단계를 넘어 곧 상용화가 진행될 예정이다. 현재는 높은 주파수로의 연구 개발이 이루어지고 있다.

- 표준화 현황
 - 소자기술에서의 표준화는 기본적으로 COTS (Commercial Off - The - Shelf) 기술이므로 추진되지 않으며, 단지 IPR 확보차원에서의 연구개발이 요구된다.

- 국내/외 비교
 - 시장 규모 면에서 국외의 기술력이 국내의 기술력보다 앞서 있음을 알 수 있다. 안테나 기술의 경우 국내에서도 본격적으로 개발되어지고 있으나, 국외의 기업은 시제품을 출시할 예정에 있다. RF 반도체 기술도 국외가 앞서 있지만, 국내와 비교하여 큰 차이는 보이지 않고 있다.

3.2.2.4. 인지무선 기술 및 표준 현황

- 주어진 환경 하에서 최적의 무선접속 방식을 자동으로 인지하고 스스로의 전송방식을 결정하여 최적의 통신 환경을 구축하는 기술이다.

- 기술현황
 - 주어진 환경에서 최적의 이동통신 방식을 검색하고, 이로부터 최적의 이동통신 규격으로의 변환하여 최적의 서비스를 제공하기 위한 지능형 이동통신 방식으로, SDR 기술을 기반으로 지능성을 추가하여 이루어 질 수 있다. 따라서 SDR 기술의 발전에 따라 가능한 기술이며, 전파 환경을 이해하고, 측정 및 검색을 통하여 인지하며, 학습하고, 지능에 따라 통신 방식을 결정하고 시스템을 재구성하는 기술에 대해 현재 국제사회에서 기술의 필요성을 인식하고 기술을 개발하고 있다.

- 표준화 현황
 - 현재 세계적으로 주파수 자원의 고갈에 대비하여 이러한 기술의 필요성이 인식되고 있어서, 이러한 기술의 선도적 개발 및 검증을 위하여 우선 Unlicensed band와 TV주파수의 디지털 전환을 통하여 남게 되는 주파수대역에서의 인지무선기술을 적용하기 위한 표준화가 IEEE802.22에서 추진되고 있다.

• 국내/외 비교

- 본 기술은 태동단계에 있으므로 선진국도 초기 기술개발 단계에 있으며, 표준화가 아직 이루어지고 있지 않다. 우리나라도 이에 대한 기술개발 추세를 관망하고 있으며 5개년 일정으로 주파수의 효율적 이용 측면에서 연구를 2005년부터 추진하고 있다.

3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)

3.3.1. 중기 표준화로드맵(2006~2008)

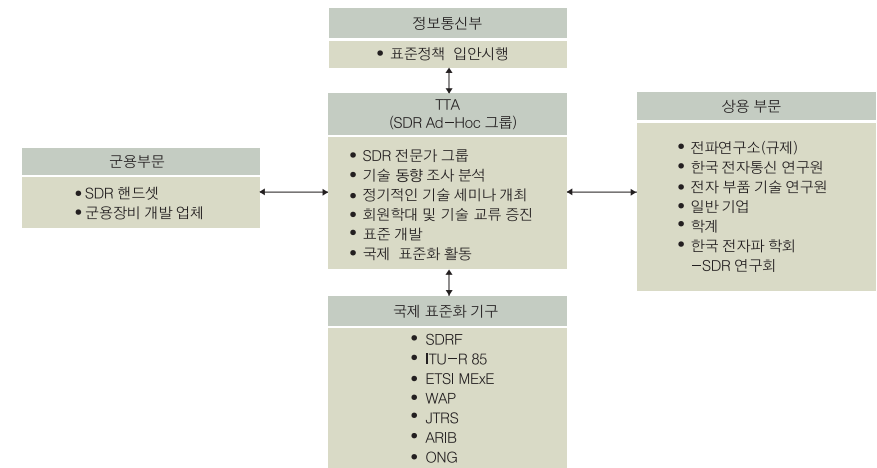
〈표 9〉 중기 표준화 로드 맵 (2006 ~ 2008)

중점 표준화항목	세부 표준화항목	국내외 표준화/기술개발 완료시점					표준화중요도	
		▶: 국내표준화 완료시점 ●: 국내 기술개발 완료시점		▷: 국제표준화 완료시점 ○: 국외 기술개발 완료시점		고(★★★) 중(★★☆) 저(★☆☆)		
		05 이전	06	07	08			09 이후
SW 다운로드 기술	- Software Architecture 기술				●	▶		★★★
	- 터미널 재구성 기술				▶	●		★★★
	- 보안 및 인증 기술			▶		●		★★★
리콘피규러블 시스템 기술	- 스마트 안테나 기술			▶		●		★★★
	- SPS (Signal Processing Subsystem) 개발 기술			▶		●		★★★
RF Device 기술	- 다중 모드 / 밴드 안테나 기술			▶	●			★★☆
	- RF Front-end 기술			▶	●			★★★

• (표9)는 2006년에서 2008년 사이의 중기 표준화로드맵이다. 세부 기술은 소프트웨어 다운로드 기술, 보안 및 인증 기술, 다중 광대역 안테나 기술, 리콘피규러블 RF front - end 기술, 리콘피규러블 시스템을 위한 통신 신호처리 기술, 시스템 구조, 인터페이스, 알고리즘 기술 등으로 나뉜다. 이 중 중요한 것으로 고려되는 것은 소프트웨어 다운로드 기술, 보안 및 인증 기술, 리콘피규러블 RF front - end 기술, 리콘피규러블 시스템을 위한 통신 신호처리 기술이다. 2009년도가 되면 모든 표준 개발이 완료될 것으로 예상된다.

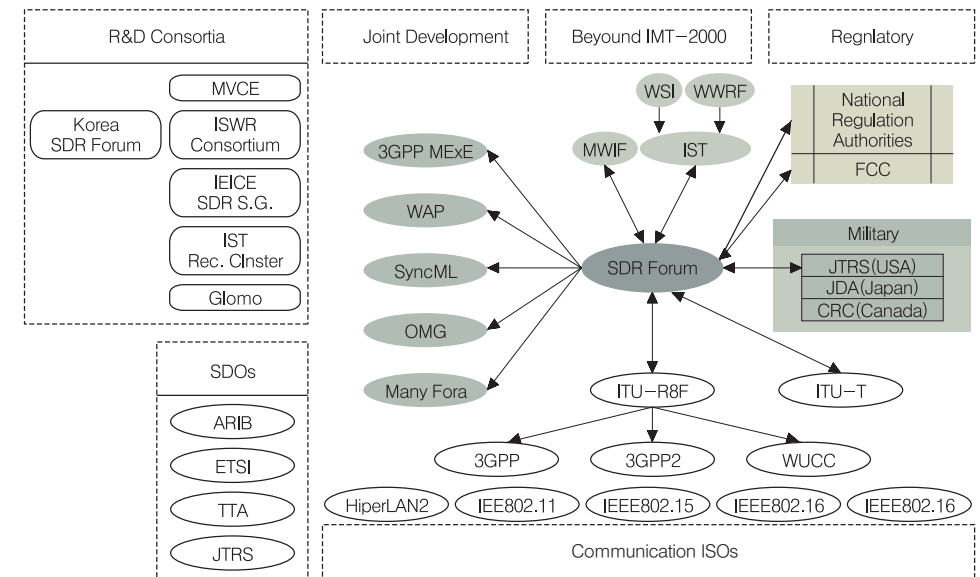
Standardization Roadmap
for IT839 Strategy

3.3.2. 표준화 추진체계



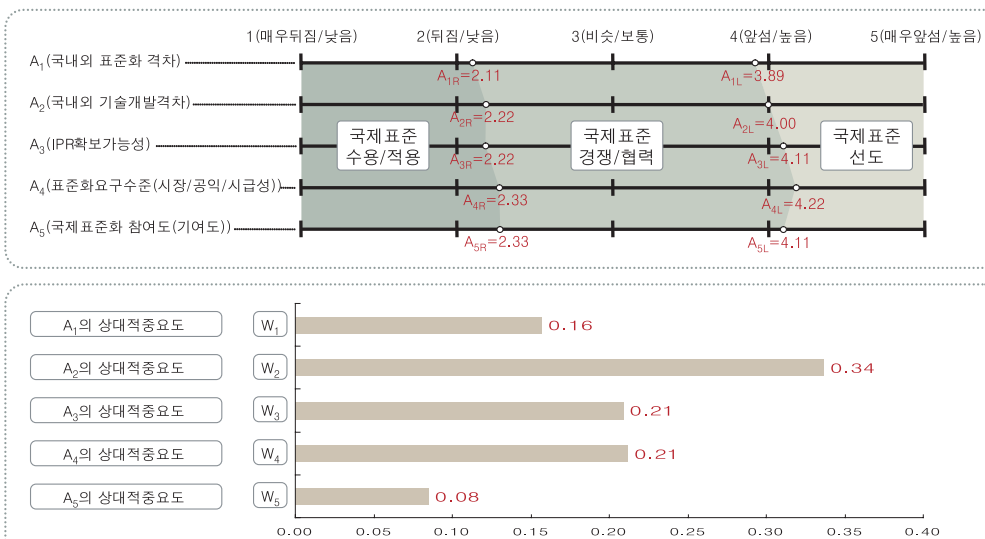
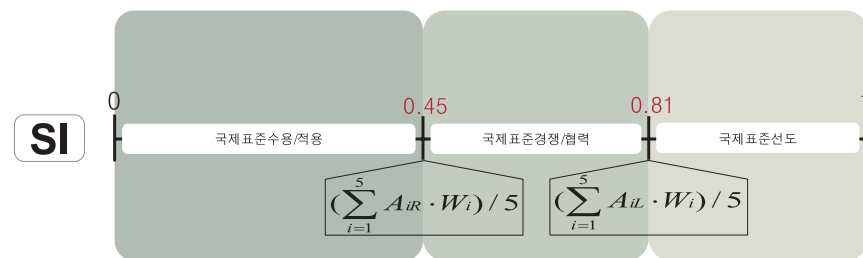
(그림 16) 표준화 추진체계

• 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 표준화 추진 체계는 (그림16)과 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. 개발표준을 정보통신부에 보고하고 심의한 뒤 최종 결정되면 SDR 포럼의 기술위원회에 참석하여 국제표준화를 추진한다. (그림 17)은 SDR 기술 관련 표준화 기구들 간의 연관성을 나타낸다.



(그림 17) SDR 기술관련 표준화 기구들간의 연관성 (3)

3.3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)

차세대 이동통신분야의 전략목표 기준점 및 고려요소간 상대적 중요도
(기술표준기획전담반 대상 설문조사 결과)차세대 이동통신분야 SI(전략지수) 기준점
(기술표준기획전담반 대상 설문조사 결과)

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

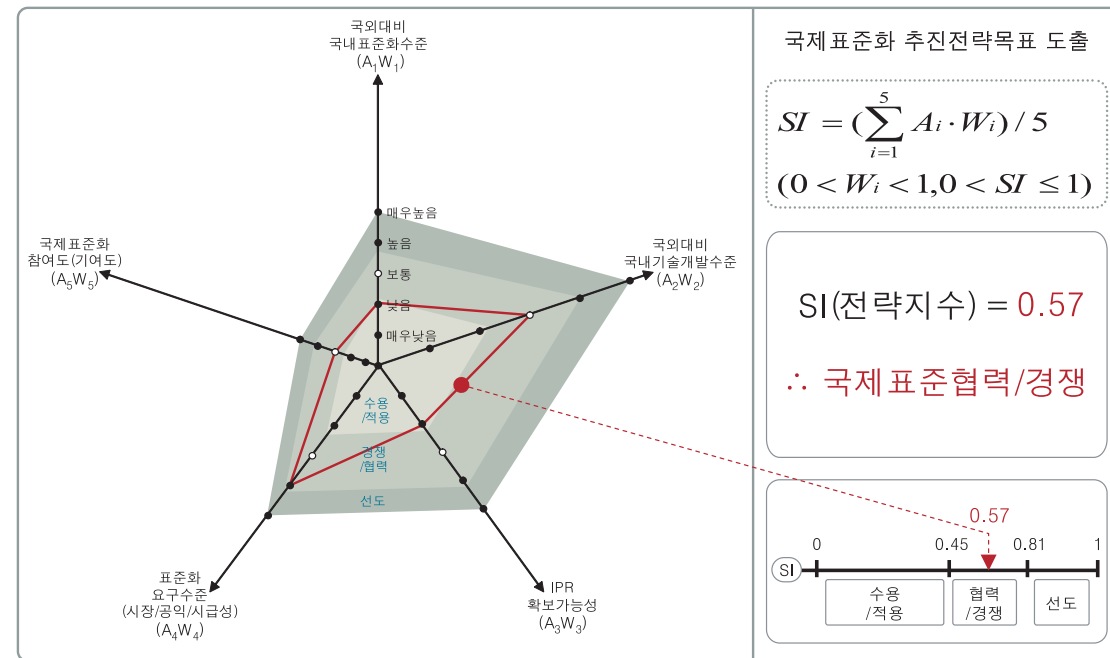
(0 < W_i < 1, 0 < SI ≤ 1)

A_{iL}: A_i의 선도기준점
A_{iR}: A_i의 수용기준점

Standardization Roadmap
for IT839 Strategy

3.3.3.1. S/W 다운로드 및 보안

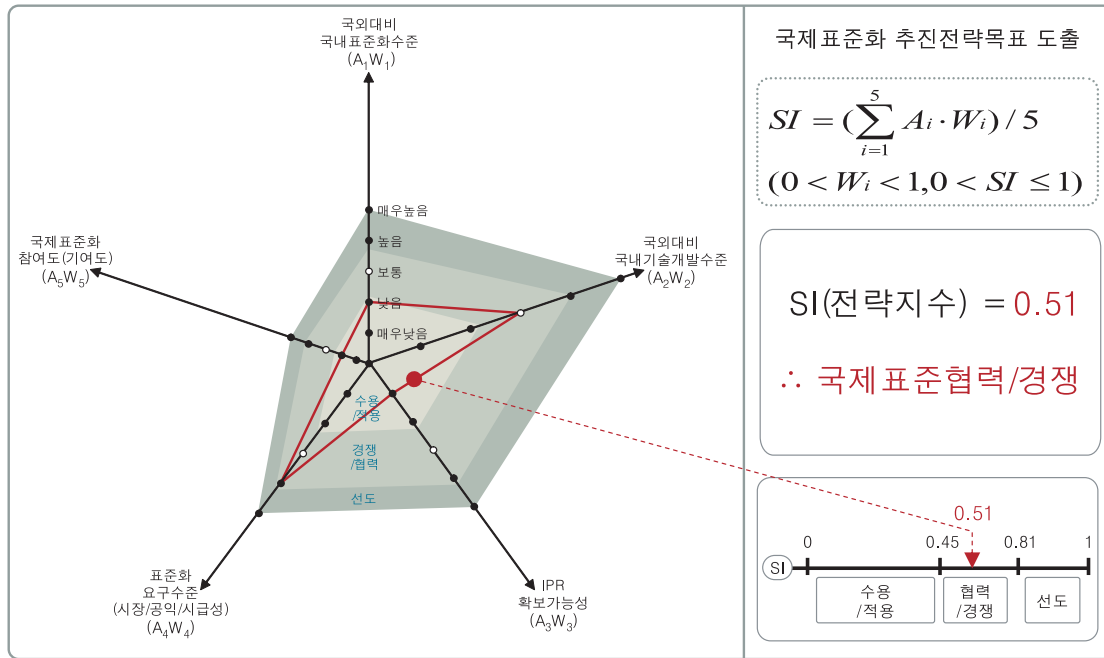
- Software Architecture 기술



- 세부전략(안) : SDR의 소프트웨어 아키텍처의 설계에 있어서 확장성, 적합성, 유연성, 효율성 등의 속성이 먼저 고려되어야 한다. 이러한 속성을 구체적으로 만족시키기 위해서는 FPGA, DSP등의 하드웨어 구성에 구애 받지 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, 전체구조는 하부의 하드웨어 계층에서부터 응용 프로그램 계층까지의 요구사항이 만족될 수 있는 인터페이스를 필요로 한다. 현재 SCA(Software Communications Architecture) 3.0에서는 이러한 요구사항에 대한 구조를 정의하였으며 이를 수용할 수 있는 계층사이의 인터페이스, 객체들 간의 관계, 객체들의 기능 등이 UML 결과물로 산출되었고 이것은 국제표준으로 채택될 가능성이 매우 높다. 따라서 SCA 3.0에 대한 분석과 이에 기준한 운영체제, 미들웨어기술의 개발과 함께 현재의 무선 단말 소프트웨어들의 추후 적용방안을 모색할 필요가 있다.

- IPR 확보방안 : SCA 3.0은 소프트웨어간의 유연성, 확장성을 배려하여 설계되었다. 하지만 아직까지 무선 단말의 환경에 걸맞게 조금 더 규모를 간소화 시킬 필요가 있으며 실제적인 자원의 효율적인 관리를 통한 효율성 극대화, 소프트웨어 컴포넌트의 재구성 기법에 있어서 개선될 여지를 남기고 있다. 국내에서도 SDR 시스템을 위한 자원 관리나 소프트웨어 관리 기법들에 대한 연구가 계속 진행되고 있으며 국외와 경쟁 관계에 있다고 보여진다. 따라서 하드웨어 기술과 연계된 전력관리 기법이나 컴포넌트 재구성 기법 등의 세부 문제점을 선정하고 집중 연구를 통해 표준안에 반영할 수 있도록 해야한다.

• 터미널 재구성 기술

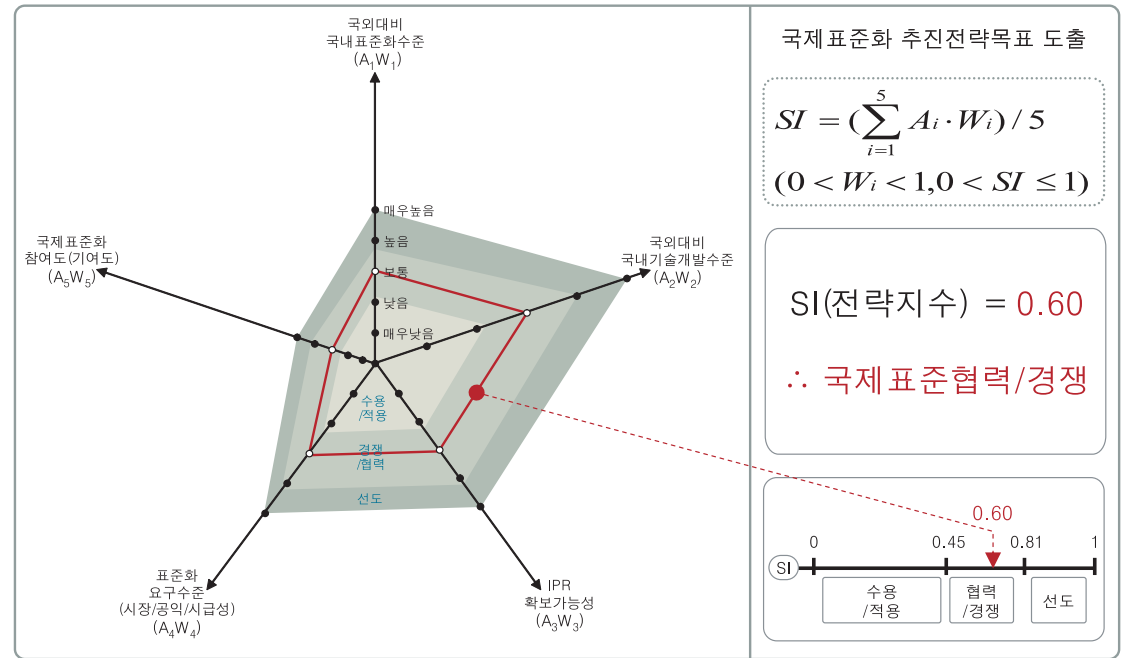


- 세부전략(안) : 리컨피규러블 시스템에서는 모드 스위칭과 인터시스템 핸드오버를 처리해야 하고, 이를 위해 커뮤니케이션 프로파일들의 관리를 효율적으로 해야 한다. 커뮤니케이션 프로파일은 터미널, 사용자, 네트워크, 서비스별로 존재시키고, 레지스트리라는 소프트웨어 모듈에 저장하여, 프로파일의 동기화와 분산 관리를 해야 한다. 왜냐하면, 사용자가 어떤 위치에서 프로파일 데이터에 접근하더라도 필요한 정보의 수정과 갱신, 확인 등을 서비스해야 하기 때문이다. 현재 XML - 데이터 구조체를 위한 이진화에 관한 표준은 제정되고 있지만, WAP 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 엔티티에 효과적으로 프로록시를 재구성 관리할 기술이 필요하므로 이에 관한 표준을 제정해 나갈 필요가 있다.

- IPR 확보방안 : SDR 포럼의 기술위원회는 상업용 목적을 위한 다양한 주제와 효과, 연구 개발에 필요한 내용을 표준화 하고 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 고려해 볼 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 프로록시 재구성 관리 기술을 확보하는 데 주력해야 한다.

Standardization Roadmap for IT839 Strategy

• 보안 및 인증 기술

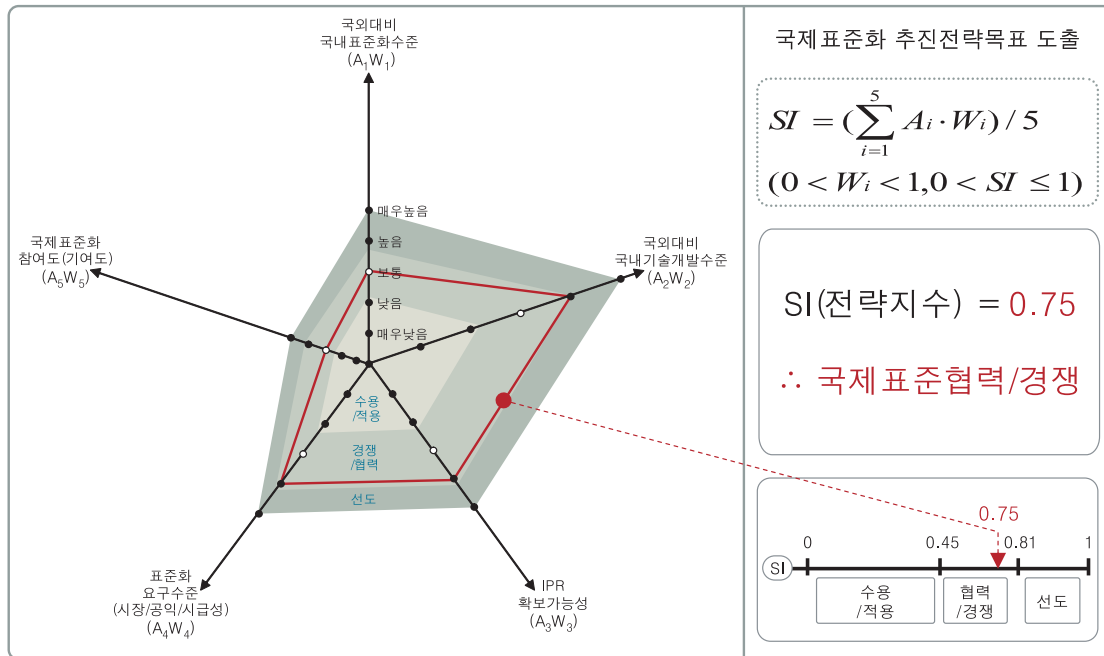


- 세부전략(안) : 암호화 알고리즘을 바탕으로 노드 사이에 전송되는 데이터에 대한 보안 문제를 해결하기 위해 소프트웨어 암호화에 사용할 키 관리가 요구 된다. UMTS 이동통신망에서 사용되고 있는 Key 관리 메커니즘은 암호화키/무결성키를 일치시켜주는 메커니즘으로 UMTS망의 AKA(Authentication and key Agreement)와 같은 암호화 키 메커니즘이 요구되고, 이때 사용되는 키들은 키 관리 센터를 두어 노드들 사이에서 자동을 관리되어야 하며, SDR 단말기에서 사용하기 위해 안전성을 고려하여 키 크기가 설정되어야 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.

- IPR 확보방안 : 국내의 보안 시스템 현황을 분석해 볼 때, SDRForum, 3GPP, 3GPP2등 연구기관을 통해 SDR 보안 시스템 요구사항과 고려사항에 대한 논문과 문서가 출시되고 있지만, SDR 시스템에 대한 표준화에 대한 구체적인 표준은 거론되지 않고 있다. 이러한 점을 감안할 때 현재 국내의 단말기 기술력에 대한 장기적이고 적극적인 투자 전략을 수립한다면 국제 표준을 주도할 것으로 생각한다. 현재 상용화 되고 있는 인증서 기반 모바일 인터넷 뱅킹 보안 시스템을 차세대 이동통신 SDR 시스템의 소프트웨어 다운로드 메커니즘으로 개발 된다면 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.

3.3.3.2. 리콘피규러블 신호처리용 H/W

• 스마트 안테나 기술

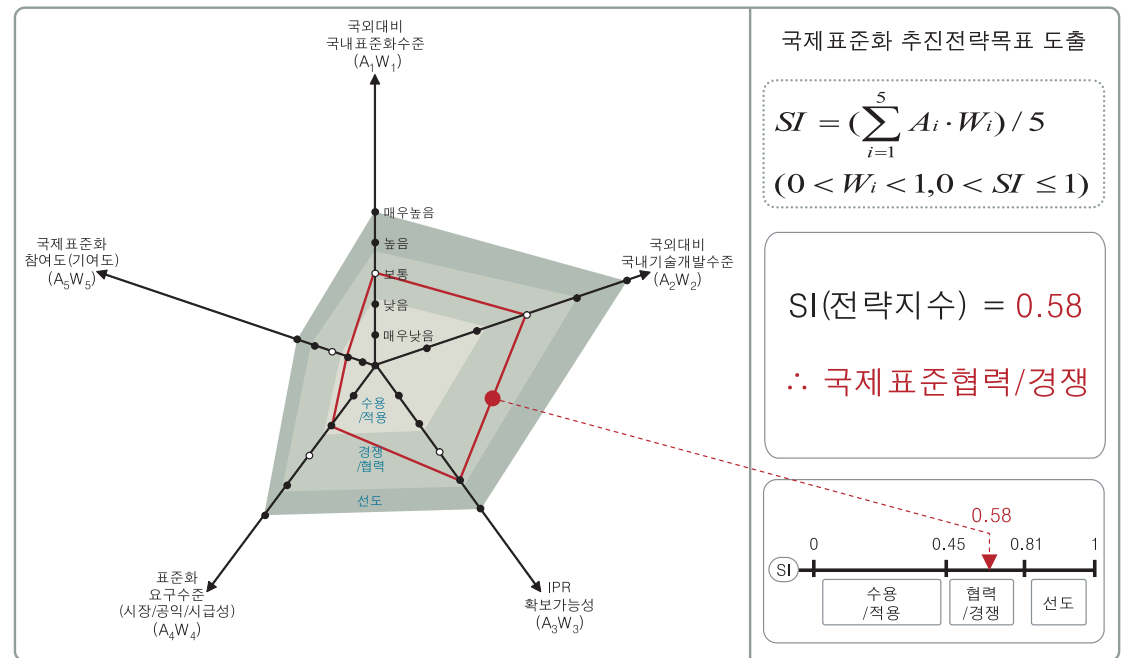


- 세부전략(안) : 스마트 안테나 시스템 구축 기술 자체는 국내 기술이 국외 기술에 비해 뒤지지 않으나 표준화 대상이 아니므로 관련 기술에 대한 IPR 확보와 활용인력 양성에 집중해야한다. 하지만, 스마트 안테나 시스템을 위한 SCA 기반 API와 Open Architecture에 대해서는 SDRF와 OMG에서 표준화를 진행할 것으로 보임으로 적극적인 활동이 필요하다. 현재 국내에서는 스마트 안테나 시스템 API와 Open Architecture의 표준화에는 ETRI, 삼성, LG, HY - SDR 연구센터에서 관심을 보이고 있거나, 진행 중에 있다. 일례로, HY - SDR 연구센터에서 스마트 안테나 시스템 API와 Open Architecture의 표준화를 위한 초안을 제출하였고 이를 기반으로 SDRF와 OMG에서 표준화를 진행 중에 있다. 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 시스템개발에 필요한 여러가지 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 모듈간 인터페이스 관련 기술 등의 IPR를 확보에 주력해야 한다.

Standardization Roadmap
for IT839 Strategy

• SPS (Signal Processing Subsystem) 개발기술

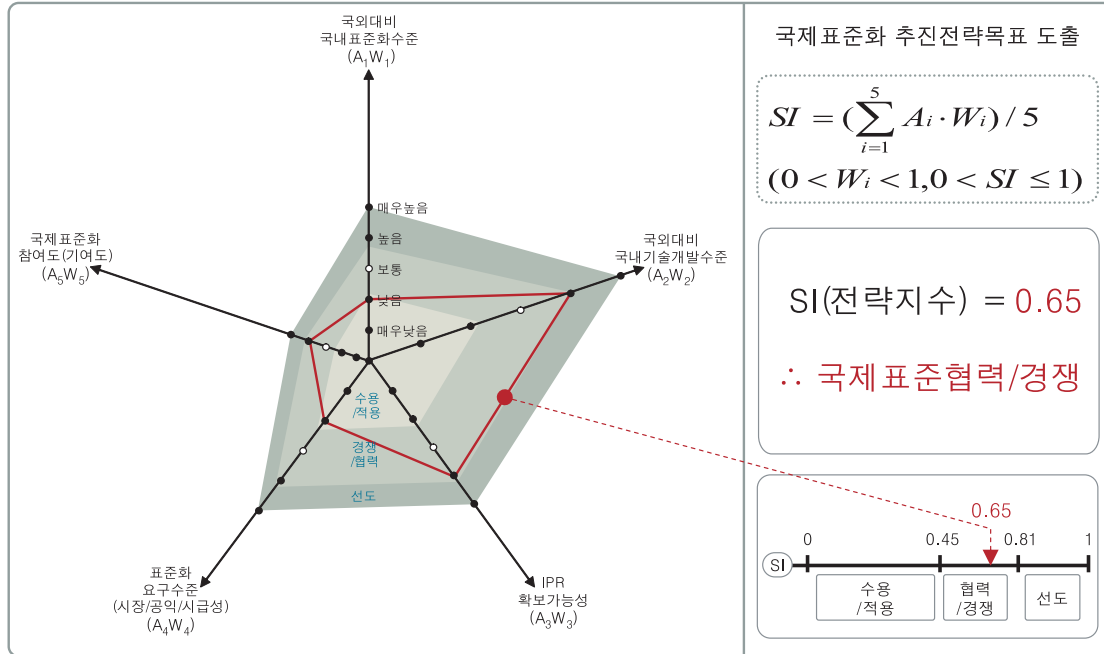


- 세부전략(안) : SPS 개발기술 자체는 표준화 대상이 아니기 때문에 관련기술을 개발하고 활용인력을 배양하는 것이 급선무이며 개발기술 관련한 IPR 확보에 중점을 두어야 할 것으로 보인다. 다만 SPS SW의 이식성, 상호 동작성 등에 관해 SDR 포럼의 HAL - WG에서 표준화를 진행할 것으로 보임으로 적극적인 관심을 가지고 추이를 지켜볼 필요가 있다.

- IPR 확보방안 : SPS 개발기술 관련한 IPR 확보방안으로는 SDR 관련 신호처리 알고리즘 기술들에 대한 특허, 스마트안테나 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.

3.3.3.3. SDR용 RF Device

• 다중모드/밴드 안테나 기술

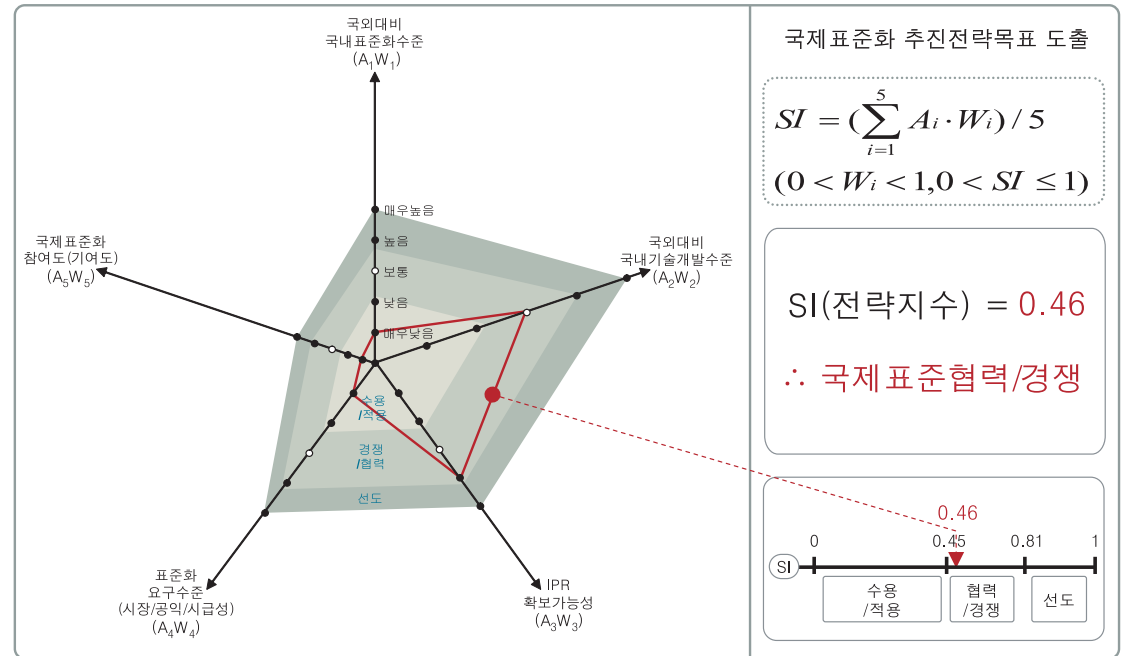


- 세부전략(안) : 다중대역 안테나(인테나)기술은 기본적으로 COTS (Commercial Off - The - Shelf - 쉽게 획득할 수 있도록 미리 만들어진 제품) 기술이므로, 표준화가 추진되고 있지 않으며 관련기술을 개발하고 활용 인력을 배양하는 것이 급선무이다. 최근 미국, 유럽 등 선진국 안테나 주요 개발 동향은 3.5G와 4G 이동통신 기술의 멀티미디어화와 광대역화에 따른 고이득화와 광대역 주파수를 목표로 연구 개발하고 있다. 또한, 이동통신 서비스의 급속한 발달에 따른 기존의 이동통신 서비스와 신규 이동통신서비스를 하나의 단말기로 사용 가능하도록 다중대역 서비스에 대한 연구가 진행되고 있다. 이에 관련하여, 국내에서는 여러 서비스를 통합지원하기 위해서 SDR 기술을 이용한 통합형 단말기가 개발 중에 있으며, 이에 따라 다중대역 안테나(인테나)가 연구개발 되고 있다.

- IPR 확보방안 : 향후 휴대용 전화기의 안테나 시장은 안테나가 휴대전화를 비롯한 무선통신기기에는 필수 부재이기 때문에 휴대용 전화기 시장이 확대되는 것에 비례하여 국내에서도 다중대역 안테나(인테나)에 대해서 활발히 연구가 진행되어야 한다. 원천기술을 가지고 있는 미국, 스웨덴, 일본 등에서는 다양한 다중대역 안테나가 시제품 출시와 더불어 상용화 단계에 접어들었으며, 현재 국내 기술력은 단말기용 소형 안테나 제작 업체에서 다중대역 안테나의 상용화를 목표로 본격적으로 개발하고 있다. 또한, 향후 안테나는 단말기 내부에 장착되어 집적화된 단말기 시스템에 영향을 줄 수 있으므로 단말기 시스템과 함께 개발이 되어야 하며, 단말기 제조업체들과의 상호 협력을 통해서 많은 투자와 연구개발이 이루어져야 한다.

Standardization Roadmap
for IT839 Strategy

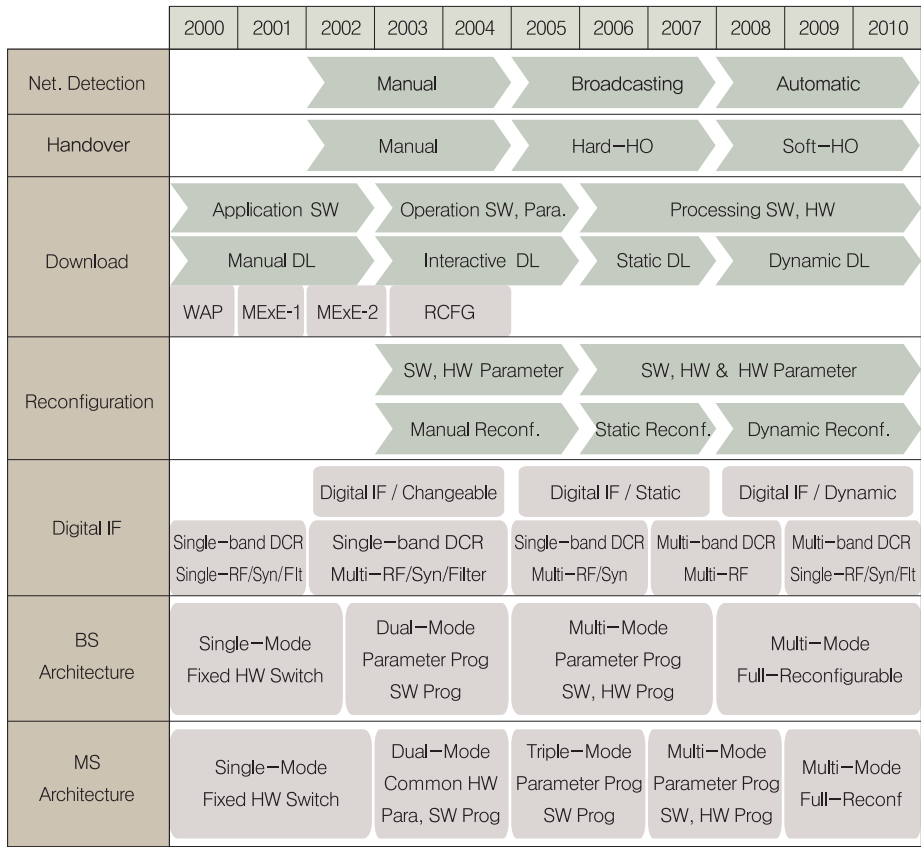
• RF Front - end 기술



- 세부전략(안) : RF front - end 소자 기술은 표준화가 어려운 것으로서 SDR에 대한 시스템 표준이 정립되면 그에 맞추어 관련 기술을 확보해야 한다. 현재 국내의 경우 관련한 기본 기술을 확보하고 있는 것으로 보이며, 이 기술을 SDR 표준에 맞게 발전시키는 것이 중요하다.

- IPR 확보방안 : RF Front - end 요소 기술로는 Multi - band/multi - mode front - end, Reconfigurable front - end, Sampling front - end 등이 있으며, front - end를 구성하고 있는 LNA, Mixer, VCO, PLL, PA 등의 각각의 소자들과 이 소자들로 구성된 전체적인 front - end 시스템에 대한 IPR 확보가 가능하다. 현재 이 기술들은 발전하는 RF 시스템 및 이동통신 기술의 발달로 매우 요구수준이 높은 상황이며, 저 전력, 저 가격의 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.

3.3.4. 장기 표준화로드맵(10년 기술 예측)



(그림 18) SDR 기술 Roadmap (3)

[국내외 관련 표준 대응리스트]

(주) "-"는 없음을 표시함

구분	표준명	기구(업체)	제정연도	재개정 현황	국내관련표준	국내추진기구
핵심 분야	HW Abstraction	SDRF	-	-	-	TTA
	SW Architecture	CRC SDRF, OMG JTRS	2002	-	-	TTA
	SW 다운로드 프로토콜	SDRF WAP 포럼 SDRF	-	-	-	TTA
	보안 및 인증 기술	SDRF	-	-	-	한국정보 보호진흥원

Standardization Roadmap
for IT839 Strategy

[참고문헌]

[1] 김지연, 김진엽, "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, 김진엽, "SDR", TTA 저널, vol. 82, pp. 72 ~ 79, 2003.

[23] Paul Burns "Software Defined Radio for 3G", Artech House, pp. 113.

[24] ETRI, "SDR 기술 개발 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, 숭실대, 2005. 4. 1.

[36] 이현우, 정상국, 김환경, SDR 소프트웨어 구조 및 다운로드, 전자공학회지, 2003. 4.

[37] OMG : <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/>