主題

SDR 기술의 현재와 발전방향

한국전자통신연구원 김 지 연, 김 진 업

차 례

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 세계의 SDR 개발 동향
Ⅲ. SDR 서비스 요구사항
Ⅳ. SDR 기반 시스템 요구 기술
Ⅴ. SDR 기반 테스트베드 현황
Ⅵ. SDR 기술의 발전 전망

Ⅰ. 서론

차세대 이동 통신은 다양한 시스템 규격과 통신환경에 적응 가능한 시스템을 요구하며 사업자 위주의 서비스 제공이 아닌 사용자 요구에 따른 개성있는 서비스 제공이 주가 될 것이다. 차세대 이동 통신 서비스 제공을 위해서는 다양한 무선접속환경에 유연하게 적응 가능한 시스템 구축이 용이한 SDR(software defined radio 또는 SWR(software radio)) 개념의 도입이 필요하다.

〈표 1〉은 SDR 기술의 정의를 세 가지 서로 다른 관점에서 정리하고 있다. 4G 시스템관점에서의 정의는 현재 ITU-R에서 추구하는 시스템 발전 방향에 중점을 두고있다. SDR은 개방형 구조와 모듈화 된 단일 하드웨어 플랫폼 상에 객체지향구조의 응용소프트웨어를 다운로드하여 끊김없이(seamless) 전역(global) 통신이 가능하게 하는 기술로 기존 시스템(legacy system)과의 역호환성(backward com-

표 1. SDR 기술 정의

분 류	정 의	분 야
신호처리관점	수신된 신호의 디지털화를 안테나와 최대한 가까운 곳에서 실행하여 고정된 하드웨어 기능을 축소, 부분적으로 프로그램 가능한 하드웨어 부분을 확장하고 증대된 소프트웨어 프로그램 능력을 이용하여 시스템의 유연성을 증가시키는 무선 기술	고정된 기능의 하드웨어(ASIC)를 프로그램 가능한 하드웨어(FPGA, DSP)로의 변경
규제관점	유한 주파수 자원의 효율 증대를 위하여 무선주파수 방출에 영향을 끼치는 주파수동작범위, 변조방식, 최대출력 등 동작 파라미터들을 하드웨어 구성요소의 교체없이 소프트웨어 변경에 의하여 조정가능한 무선 기술	주파수 자원의 효율적 관리
4G시스템관점	다양한 무선네트워크(W-LAN, W-PAN, 셀룰러, 디지털 방송, 위성통신 등) 구성 요소의 동작 모드들이 시스템 제조 후 소프트웨어 다운로드에 의하여 변경되거나 증대될 수 있는 무선 기술	소프트웨어 다운로드에 의한 유연한 무선접속

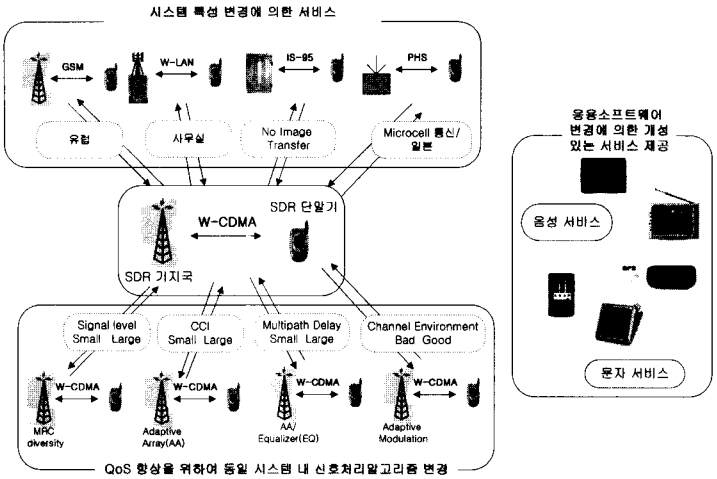


그림 1. SDR 기반 시스템 개념도 및 서비스

patibil -ity) 제공과 All-IP 기반 무선 멀티미디어를 추구하는 미래 시스템(4G(generation) 이동 통신)의 무선망 통합을 위한 해결 방안으로 고려되고 있다. SDR 기반 시스템은 무선통신환경의 변화에 시스템 알고리즘을 변경시켜 QoS(quality of service)를 보장하며, 데이터 전송량에 따른 시스템 모드 변경에 유용할 것이다. 〈그림 1〉은 이러한 특성을 갖는 SDR 개념을 설명하는 구조도로서 현재 고려되고 있는 스위치 on/off 후 단말기 리셋에 의하여 모드변경이 가능한 비실시간(non real-time) 시스템 실행이 아닌 환경변화에 유연하게 실시간으로 모드 변경을 수행하는 시스템을 언급하고 있다 [1].

SDR 기반 시스템의 추구방향은 기존의 시스템과는 달리 다양한 무선 시스템 규격에 적응이 가능하고 사용자, 통신사업자, 제조업체들에게 시스템간의 상호 운용성(inter-operability), 제품 수명의 최대화, 개발기간의 최소화, 디버깅의 간소화 등과 같은 혜택을 제공함으로서 미래지향적(future-proof) 시스템을 구성할 수 있도록 하는데 있다. SDR의 재구성능력(reconfigurability) 및 소프트웨어 다운로드 기술은 시장성, 실시간 시스템 업그레이드, 디버깅 및 서비스환경에 따른 시스템 모드의 적절한 배치가 가능한 특성으로 무선통신기기 이외에 유선모뎀, 네트워크 기기, 정보가전 등 다양한 분야에 적용하기 위한 연구가 진행 중이며 칩 효율성 향상을 위해 재구성 컴퓨팅(reconfigurable computing)에 대한 연구가 컴퓨터 분야에서 관심을 끌고있다. 본 고에서는 SDR 관련 연구 개발 동향과 SDR 기반 테스트베드의 현황에 대하여 알아보고, SDR 기반 시스템 구축을 위하여 필요로 하는 시스템 구성요소 요구사항에 대하여 살펴보도록 하며 앞으로의 SDR 기술의 발전 방향을 전망해 본다.

Ⅱ. 세계의 SDR 개발 동향

언제, 어디에서나 시스템 변경 없이 군 작전 수행이 가능한 장비 구축의 필요성에서 시작된 연속 통신 가능 군 장비에 대한 연구는 자연 재해 및 전시 상황 등으로 인하여 군용 통신 네트워크의 이용이 불가능할 경우 민간 통신 네트워크를 이용한 상호 동작 가능 시스템의 구축이 한 가지 접근 방식으로 고려되었으나 세계의 단일화에 따른 군 장비는 자국 내 통신뿐만 아니라 타국에서의 통신을 요구받게 되었다. 이에 장비의 교체 없이 전역 통신이 가능한 SDR 기반

군용 통신장비의 연구가 시작되었다. 초기 SDR 연구는 군용 단말기 개발에 한정되었으나 미군 DARPA가 주관하였던 SPEAKeasy 프로젝트 시연 성공 후 경제적 이익을 얻을 수 있는 차세대 기술로 고려되어 상용화로의 연구가 시작되었다. 다음은 미국과 유럽 그리고 아시아의 SDR 관련 연구 방향 및 진행 정도를 프로젝트 중심으로 알아보고자 한다.

2-1. 미국의 SDR

미국에서의 SDR기술 개발은 단일 시스템 기반 다중 표준 처리가 가능한 군용 시스템 구축에서 시작되었다. 즉, 재구성이 가능한 소프트웨어 동작에 의한 하드웨어 제어 기술의 발전을 확장하고, 시스템 내에 증가된 소프트웨어 프로그램 동작 능력을 이용하여 시스템의 유연성을 더욱 증대시키는 데 있다. SDR 기반 군용 시스템의 상용화로의 접근은 스펙트럼 사용률과 효율성 증대라는 측면에서 주요 관심을 갖고 진행중이다.

1990년대 초 미군 DARPA의 주관으로 시작된 SDR 기술 연구는 고정된 기능의 통신 시스템 하드웨어 컴포넌트들을 프로그램 제어 가능한 부분으로의 확장을 목적으로 SPEAKeasy 프로젝트가 시작되었다. 이는 응용 프로그램 변경에 의하여 파형 변경, 다중 주파수 대역 처리, 다중 모드 무선통신이라는 포괄적 개념의 통합서비스 기술이다. 1996년 미 공군 기지 내 실연과 1997년 SPEAKeasy Phase II 프로젝트는 실제 환경에서 응용 프로그램 다운로드에 의한 시스템 구동 성공으로 SDR 시스템의 상용화 및 표준화 연구에 기틀이 되었다. 〈그림 2〉는 SPEAKeasy Phase II TF-XXI 테스트 베드 모델이다.

또 하나의 초기 프로젝트로 1994년 DARPA의 ITO 지원으로 시작된 GloMo(global mobile system) 프로젝트는 지구 전역 어느 곳에서나 이동 중 멀티미디어 통신이 가능한 강건한 시스템 구축을 목적으로 개방구조에 기초를 둔 다 기능, 다중 모드 시스템 개발뿐만 아니라 시스템간 기능을 유연하게 하는 네트워크 기술 개발을 목적으로 Virginia Tech MPRG, UCLA, MIT, Raytheon 등 여러 산학연에서 무선통신(스마트 안테나, RF front-end, 적응 코딩), 네트워크(멀티홉, vertical 핸드오프 등), 네트워크 환경에 따른 응용(프록시 서버, 적응 미들웨어 등) 세 분야에 대하여 각각 연구가 진행되었다.

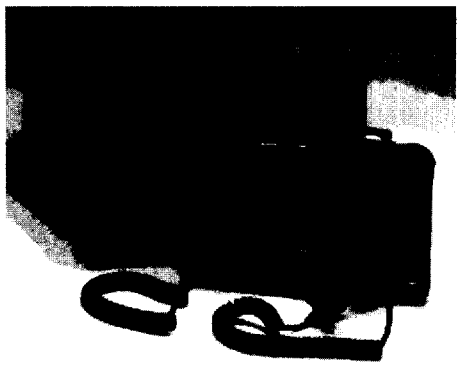


그림 2, SPEAKeasy Phase II TF-XXI Testbed

1996년 시작된 JTRS(joint tactical radio system) 프로젝트는 군사 작전 중 군간 상호통신 서비스 제공 능력의 부족과 새로운 시스템으로의 확장 요구를 만족시킬 만큼 충분한 대역폭을 갖지 못하는 기존 시스템의 상호운용능력 향상을 위하여 개방 시스템 구조에 기반을 둔 소프트웨어의 객체분산 능력 향상에 주 목적을 두고 시작하였다. JTRS JPO(joint program office)의 산출물인 SCA (software communication architecture)는 하드웨어와 소프트웨어 구조에 대한 공통 개방 구조를 정의하여 표준화 단계로 접어들고 있다. JPO는 2002년 하반기부터 SCA v2.2를 기반으로 군용 차량 장비를 구축할 계획으로 있다. FCC에서는 SDR 기반 시스템 상용화의 가속화를 위하여 SDR 표준화 활동을 진행중인 SDR Forum에 SDR 기술의 전망

과 시스템 구축을 위하여 정부가 해야 할 규제 관련 자료를 요청하여 현재 상호 보완적으로 활동중이다.

2-2. 유럽의 SDR

유럽의 SDR은 전역 군용 통신 시스템 구축을 위하여 시작된 미국의 프로젝트들과는 달리 상용화를 위한 시스템 개발로 시작되었다. 1994년부터 시작된 SDR 기술 관련 프로젝트들은 미국의 JTRS와 같이 독보적인 프로젝트로 존재하지 않고 국가별로 다양한 방식으로 SDR 시스템 구축에 접근하고 있다. 유럽 내 국방부에서는 현재 이러한 이유로 표준화된 시스템의 상용화 문제에 관심을 더욱 기울이고 있다. 유럽 위원회(EU)의 주관으로 진행되고 있는 IST내 프로젝트들은 4세대 이동 통신 기술의 발전을 위하여 통합된 서비스 제공이 가능한 기술로 SDR을 고려, 이에 대한 연구가 활발히 진행중이다. 현재 이동 통신 시스템 개발이 개발자 관점에서 제작되고 있는 것에 반해 유럽에서의 SDR 시스템 접근은 이동 통신 시스템 사용자 측면의 요구사항을 바탕으로 시스템을 구축하고 있다. 또한 유럽과 미국에서는 SDR 시스템의 표준화를 위하여 각국에서 개발한 이종의 시스템간 통신을 위한 WDL(waveform definition language) 개발 공동 연구를 진행하고 있다.

현재 유럽에서는 1단계 SDR 프로젝트를 마치고 2000년부터 IST를 주관으로 10여 개의 프로젝트가 진행, SDR의 네트워크 적용에 관심을 기울이고 있으며 서비스의 다양화에 따른 대역폭 부족에 대한 문제점 해결, 서로 다른 시스템간 상호 동작과 응용이 가능한 소프트웨어 기술을 발전시키는 데 집중하고 있다. 또한, 터미널과 기지국 기술에 대하여 구조적, 알고리즘적 SDR의 적용, 기저대역 DSP 구조의 발전, RF/IF 하드웨어에 대한 혁신을 주요 방향으로 접근하고 있다.

TRUST내 SCOUT(smart user-centric comm- unication environment) 프로젝트는 2002년 4월에 시작된 프로젝트로 3년 동안 vertical 핸드오버에 대한 결정과 모든 사용자와 서비스 요구사항에 순응하는 최적의 모드 선택이 가능한 재구성 가능 터미널에 대한 연구를 시작하여 미국의 SDR Forum과 함께 의견 및 정보를 교환하며 프로젝트를 진행시키고 있다 [2].

2-3. 아시아의 SDR

아시아의 SDR 연구는 미국과 유럽에 비해 미온적이다. 일본에서는 SDR 기반 프로토타입 개발을 위한 연구가 정부 주도로 진행되고 있다. 현재 일본에서 접근하고 있는 SDR은 현재 사용되고 있는 시스템에 관계없이 시스템 전체를 교체해야 하는 revolution 관점(NTT DoCoMo와 J-Phone)과 현재 상용 시스템(cdma2000)을 점진적으로 업그레이드하는 evolution (KDDI) 관점으로 보고있다. 초창기 일본의 SDR 기술의 연구는 ARIB(Association of Radio Industries and Business, 전파산업회)의 소프트웨어 무선 조사 검토회에서 1996년도부터 SDR에 관한 기술과제, 시장 전망, 표준화 항목 등에 대한 조사 실시로 시작되었다. 1998년에는 IEICE(Institute of Electronics, Information and Communication Engineers) 내에 SDR study group을 결성하여 SWR 기반 무선 시스템의 실현이라는 목표를 가지고 연구를 진행하고 있으며 SDR Forum의 회원들과 연계하여 일년에 한번 일본에서 회의를 갖고 있다.

4G 시스템 개발에 착수하려 하는 우리 나라에서는 SDR 기술에 대한 관심이 크게 증대되어 각 대기업 및 벤처기업에서는 3G 이동 통신 시스템의 SDR 개념 적용에 대한 연구를 진행하고 있고, 학계에서는 SDR 시스템 설계를 위하여 요구되는 기반 기술 연구에 주요 관심을 보이고 있다. 현재 정보통신부의 전파연구소에서는 SDR Regulatory관련 업무를 담당하고 있으며, 한국정보통신기술협회(TTA)에서

는 SDR의 표준화 활동을 진행중이다.

Ⅲ. SDR 서비스 요구사항

재구성 가능한 단말기 동작 제어와 사용자 요구 사항 이해는 통신 방식의 복잡성에 관계없이 유연하고 개성 있는 서비스 제공을 위한 SDR 기반 시스템 구조 설계를 위한 중요한 실마리가 될 수 있다. 다음은 각 분야별 사용자의 요구사항을 살펴본다 [3].

3-1. 서비스 이용자

SDR 시스템 서비스 이용자는 언제, 어디에서나 끊김 없이 연속통신이 가능한 서비스 공급을 요구한다. 즉 무선 접속 모드간 연속 핸드오프 동작, 환경 및 사용자 요구에 의한 동적 응용서비스 이용 등과 같은 강건한 통신이 기반이 되어야 한다. 환경 변화에 관계없이 양질의 서비스 공급이 가능하여야 하며, 사용자가 원하는 서비스를 쉽게 접근하고 이용할 수 있는 기술이 요구된다. 응용 프로그램 다운로드에 의한 사용자 단말기의 업그레이드로 단말기 수명을 늘릴 수 있는 경제성도 수반되어야 하며 사용자의 사용 용도 및 사용 범위에 따라 각각의 사용자가 누릴 수 있는 서비스의 개성화도 달성될 수 있어야 한다.

3-2. 응용프로그램 개발자/콘텐츠 제공자

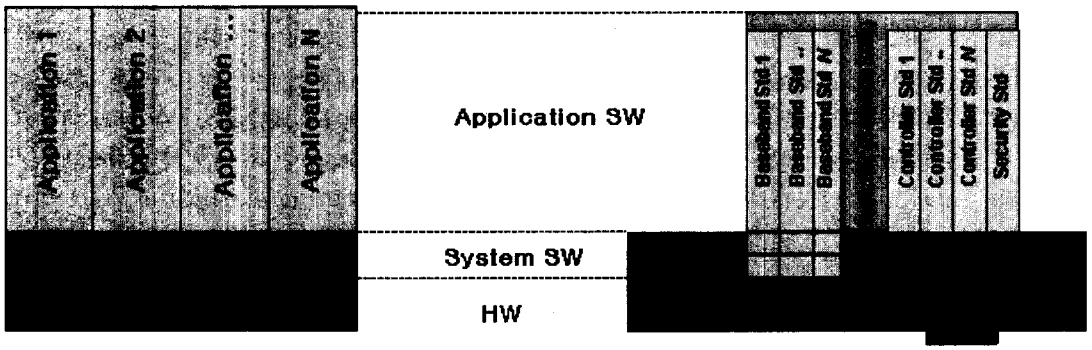
다양한 응용 서비스 제공을 위하여 단말기 능력과 기반 네트워크 서비스에 관계없이 응용 프로그램과 콘텐츠 제공이 용이하도록 단말기간 성능 및 단말기 구성 정보 교환(capability exchange)을 통한 자기 구성(self configuration) 동작이 가능하도록 하는 공통 실행 환경이 요구된다.

3-3 서비스 제공자

서비스 제공자는 기존 네트워크 서비스에 독립적으로 빠르고 개방된 서비스 창출과 유효성 입증이 가능하여야 한다. 사용자가 발신 및 대기 상태에서 무선 접속 방식의 변경이나 네트워크 운용자의 변경이 가능한 연속 교환 접속 방식에 의하여 사용자가 요구하는 QoS를 제공할 수 있어야 한다. 또한, 새롭게 개발된 응용프로그램 서비스를 이용자가 손쉽게 알 수 있도록 광고 효과가 부가되어야 한다.

3-4. 네트워크 운용자

네트워크 관리자에게 주어진 스펙트럼의 활용도를 높이기 위하여 서로 다른 사용자의 요구에 따라 스펙



(가)범용컴퓨터 (나) 다중 표준/서비스 구조

그림 3. 범용 컴퓨터와 다중 표준/서비스 단말기의 H/W, S/W 구조 비교

트럼의 유연한 배치가 가능하여야 하며 이에 따른 규제의 보완이 고려되어야 한다. 또한, 네트워크 동작의 척도가 되는 QoS 유지를 바탕으로 무선 접속 장비의 재구성 네트워크 장비의 유연성과 시장성 향상은 주요 요구 사항으로 고려될 수 있다.

3-5. 단말기 및 부품 제공업자

사용자 요구에 따른 제품의 변경에 재구성 가능한 시스템 플랫폼을 기반으로 장비 규모의 경제성 고려가 필요하며, 시스템의 버그 수정 및 새로운 기능 부가를 위한 소프트웨어 다운로드 기술의 향상이 요구된다. 또한 IP기반 제품의 이용으로 제품의 빠른 재구성 능력을 지원함으로써 제품의 수명을 연장시키는 디자인 기술이 요구된다.

Ⅳ. SDR 기반 시스템 요구 기술

응용 프로그램 다운로드에 의해서 현장에서 재프로그래밍 가능한 유연한 통신 장치를 제공할 수 있는 SDR 기반 시스템은 이동 통신 기술의 디지털화 증대와 컴퓨터 통신의 무선화에 따라 이동 통신은 점점 더 컴퓨터와 같이 하드웨어에 의존적이지 않고 소프트웨어에 의한 유연한 적용이 가능한 특징으로 퍼스널 컴퓨터와 무선 기술의 융합으로 생각할 수 있다 [4].

〈그림 3〉은 범용 컴퓨터 하드웨어/소프트웨어 구조와 다중 표준, 다중 서비스를 제공하는 단말기의 하드웨어/소프트웨어 구조를 비교한다 [5]. 각 서비스에 대한 기저대역(baseband)동작은 시스템 소프트웨어 계층과 하드웨어 계층을 직접 인터페이스 하여 소프트웨어 처리에 의해 발생하는 전력 소모와 동작 속도 단점을 줄이는 구조로 규격 및 서비스 변경은 서비스 교환기 (service switcher)와 제어기 (controller)에 의해서 수행된다.

다중모드, 다중표준, 다중대역, 다중기능 서비스 제공이 가능할 SDR 기술의 실현은 개방구조특성을 갖는 하드웨어 플랫폼 구성을 위하여 〈그림 4〉와 같이 재프로그램 가능한 DSP/FPGA(field programmable gate array)를 이용한 적절한 시스템 디자인 기술을 바탕으로 선형특성을 갖는 PA(power amplifier)/ LNA(low noise amplifier), 빠른 샘플링율과 고해상도를 제공할 수 있는 광대역 A/D, D/A변환기 등 상용화된 제품 개발(COTS: commercial off the shelf)이 요구되며, 시스템 기능의 분할 및 모듈화로 새로운 시스템 및 기존 시스템의 적응이 가능하여야 한다. 고속 디지털신호처리기(DSP), 재구성 가능한 FPGA를 사

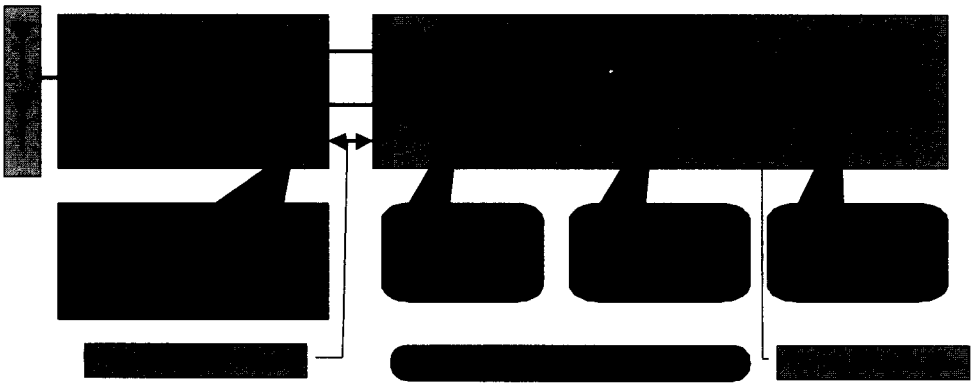


그림 4. 다중 표준/서비스 SDR 시스템 구조

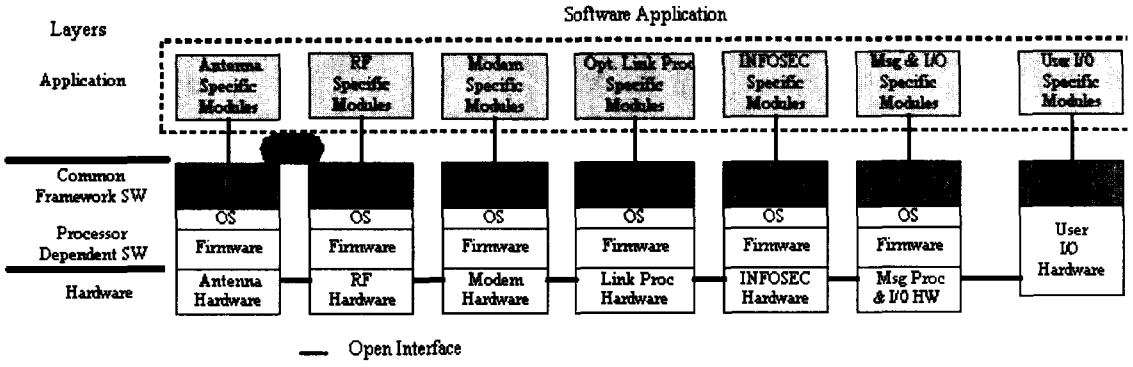


그림 5. SDR 소프트웨어/하드웨어 개방 구조 동작 예

용하여 기저대역에서 재구성 가능한 신호를 RF/IF 단으로 직접 천이하는 광대역 RF/IF단 적응 신호처리를 위한 직접변환 기술 및 대역변환 기술, 디지털 IF단의 고속 신호처리 기술에 대한 연구 또한 필요하다. 경쟁력 있는 COTS 소자를 이용한 다중 모드, 다중 규격, 다양한 기능의 서비스 제공을 위해서는 광대역 듀플렉서, Synthesizer, tunable 필터와 선형성이 우수한 증폭기 및 믹서 등의 RF단의 모듈화 기술이 요구된다. 기저대역 모듈은 고속의 DSP, 재구성 가능한 FPGA, 저전력 광대역 PDC(programmable down conversion)/PUC(programmable up conversion), 하드웨어와 소프트웨어 간 표준화된 인터페이스 정의가 필요하고, 효율적이며 유연한 시스템 설계를 위하여 DSP/FPGA/ASIC 소자의 특성에 의한 적절한 기능 분배가 요구된다. 〈표 2〉는 ASIC과 DSP 및 FPGA 소자의 기능별 특징을 설명하고 있다.

서비스 플랫폼의 교체 없이 사용자 요구에 따라 신속하게 서비스 변경이 가능하도록 하는 객체지향 구조 미들웨어 기술을 기반으로 시스템 모듈 변경이 가능한 모듈간 정보/제어 인터페이스(API: application program interface) 정의가 필요하다. 시스템 기능 모듈들은 독립적으로 동작할 수 있도록 각 모듈들을 라이브러리화 하여 개방 인터페이스에 의해 연결하고 각 모듈에 특정 동작을 할당하기 위한 소프트웨어 동작으로 구성된다. 이러한 시스템 동작을 위해 필요한 소프트웨어를 응용 소프트웨어(software application)라고 정의하며 〈그림 5〉는 개방 인터페이스로 독립된 기능의 서브 시스템들을 연결하는 구조를 설명하고 있고 각 서브시스템은 시스템의 동작 상태에 의해 결정될 것이다.

	ASIC	FPGA	DSP
프로그램 능력	나쁨	좋음	매우 좋음
집적도	나쁨	매우 좋음	매우 좋음
개발기간	단시간	장시간	중간
성 능	매우 좋음	좋음	중간
전력소비	저전력	나쁨	중간
특 성	하드웨어 기능 변경이 불가능하나 고속	고속 병렬/선형 신호처리를 위해 좋음	복잡한 분석 및 의사 결정 기능 포함하나 저속

표 2. COTS 소자 기능 비교

응용소프트웨어는 ATM, Smart card, OTA (over-the-air) 등을 이용하여 모듈간 인터페이스와 파라미터의 변경 및 추가가 가능할 것이다. 서로 다른 서비스 플랫폼 상에 응용소프트웨어 다운로드를

위한 미들웨어 기술의 적용은 실시간 다운로드에 따르는 트래픽 영향 및 보안, 과금 방식에 대한 연구가 필요하다. 이처럼 SDR 시스템은 기존 시스템과 새로운 시스템 규격에 적용 가능한 시스템 구성을 가능하게 하므로 시스템간 상호 운용성, 제품 수명 증대, 개발기간의 최소화 실현을 가능하게 한다. 하드웨어 동작에 크게 의존하였던 기존 시스템들은 재구성 가능한 하드웨어로의 대체로 응용소프트웨어 다운로드에 의하여 에러 정정, 사용자에 따른 서비스 변경, 새로운 서비스의 실시간 수용 등이 가능하다. 〈그림 6〉은 SDR 시스템 설계를 위하여 선행되어야 할 기술에 대하여 종합적으로 정리, 도식화하였다.

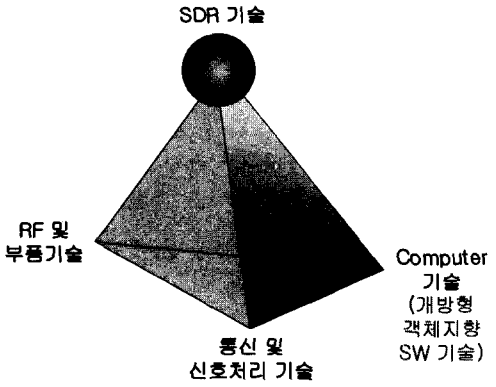


그림 6. SDR 시스템 설계를 위한 선행 기술

V. SDR 기반 테스트베드 현황

현재 출시되고 있는 SDR 기술 기반 시제품은 기지국을 중심으로 군용과 상용제품이 각 업계에서 발표되고 있다. 유럽의 GSM 시스템은 2G/2.5G가 상호 재구성 가능한 상용 시스템으로 구축되었고, AirNet에서는 GSM, GPRS, EDGE 세 모드 변경이 동일 플랫폼 상에서 소프트웨어 업그레이드에 의해 가능하도록 구성한 AdaptaCell™(http://www.aircom.com/pr_index.htm)을 발표하였다.

호주의 SDRCT(구 ACT)사는 다중 네트워크 환경에 공통 인프라구조를 제공하여 퀄컴의 칩셋을 이용하지 않고 GSM, CDMA, W-CDMA, UMTS 등의 서비스 제공이 가능한 SpectruCell SDR 플랫폼(http://www.act-aus.net/Products_and_Services/index.html)을 발표하였다. 일본의 KDDI에서는 소프트웨어 다운로드가 가능한 PHS 기지국을 소개하였다. Harris사에서는 공통 플랫폼에서 동작하는 다중대역 소프트웨어 기반 군용무선 시스템인 FALCONTM II(http://www.rfcomm.harris.com/products/tactical- radio-communications)를 발표하였고, 그 외 여러 회사에서는 SDR 기지국과 스마트(소프트웨어) 안테나에 대한 연구를 진행하고 있다. 〈표 3〉은 각 시제품의 규격 및 특징을 설명한다. 이처럼 현재 SDR 기반 기지국 시제품의 발표가 진행되고 있는데 반해 단말기가 갖는 소규모성, 전력소모, 경제력 등의 제약으로 단말기의 시제품은 2004년 정도 발표될 것으로 예견된다.

VI. SDR 기술의 발전 전망

SDR 기술은 다중 규격, 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 등의 여러 가지 시스템 기술이 요구되는 기술의 융합 및 조화를 필요로 하는 기술이다. 개방 구조를 바탕으로 설계된 공통 하드웨어 시스템에 객체지향 응용소프트웨어의 다운로드로 다중 모드, 다중 규격 변경이 가능하도록 구성된 단일 단말기는 모든 다양한 서비스 및 양질의 서비스 제공이 가능하여야 한다. 3세대 패킷교환방식의 네트워크 서비스는 유/무선 통합망의 네트워크 구조 설계가 가능하여야 하며 2010년경 SDR 기반 네트워크 구조는 최상의 서비스 제공을 위하여 self-orga-

	FALCON™ II	AdaptaCell™	SpectruCell
모드 및 주파수 대역	HF, VHF, UHF, Multiband	GSM, GPRS, EDGE	GSM, CDMA, W-CDMA, UMTS
서비스	음성, 데이터, 위치 정보	고속 음성, 데이터 전송	고속 음성, 고용량 데이터 전송
용도	군용 장비	소프트웨어 기반 BTS	고용량 기지국
특징	공통 플랫폼, 객체 지향 소프트웨어 동작 시스템, 경제성	SW upgradeable, 24~ 96 Channels 확장 가능, 동일플랫폼에서 2G, 2.5 G, 3G시스템 동작 가능	다중 네트워크 환경에 공통 인프라 구조 제공, 소프트웨어 업데이트에 의한 모드 변경, 경제성

표 3. SDR 기반 시제품

nization이 가능한 유연한 망 구조의 Active 네트워크로 발전할 것으로 예상되며 단말기와 기지국 시스템이 SDR 기반으로 발전함에 따라 서비스 접근이 가능할 것으로 보인다.

SDR 기반 시스템은 경제성 및 시스템 역호환성(backward compatibility) 제공을 위하여 COTS 소자를 이용한 시스템 설계가 요구된다. 따라서, 광대역 RF 부품, 저전력 소자, 광대역 A/D/A 변환기 등 관련 소자의 연구가 수반되어야 하며, 무선의 디지털화에 따른 모듈화된 HW/SW 알고리즘의 개발이 요구된다. 프로그램 다운로드에 의한 시스템 업그레이드 및 버그 수정 기술 및 보안 알고리즘의 연구는 콘텐츠 및 개인 정보 보호 등을 위한 필수 기술로 고려된다.

SDR은 무선 통신의 희소 자원인 주파수의 재 사용률을 크게 증대 시켜줄 수 있는 기술이다. SDR 기반 시스템은 현재 통신시스템이 정부에서 정하고 있는 고정된 주파수 대역과 모드에서 서비스를 제공하고 있는 것과는 달리 동적 주파수를 이용하여 사업자간 주파수 공유 및 규격 변경이 가능하여 다중 대역, 다중 규격 서비스를 제공할 수 있다. 즉, 미래에는 사업자에게 할당된 주파수 자원을 타사업자에게 빌려주거나 공유할 수 있는 스펙트럼 풀의 형성으로 유휴 스펙트럼 대역을 최소화 할 수도 있다. 이러한 서비스 제공을 위하여 정부의 주파수 규제법의 변경이 요구되고 있으며 미국의 FCC에서는 주파수 규제완화에 대한 연구를 관련 기관과 심도 있게 논의중이다.

SDR 기술의 적용은 시스템 규모 및 전력 소모의 제한이 적은 기지국의 상용화가 우선할 것으로 예상되며, 현재 SDR 기반 기지국 프로토타입들이 소개되어지고 있다. 전문가들은 2004년경부터 SDR 기반 기지국의 상용제품 출시가 가능할 것으로 예상하고 있다. 이에 반해 단말기의 상용화는 사용되는 프로세서의 고속화에 수반되는 높은 소비전력 및 부품의 대형화 등의 문제로 저전력, 소형 경량의 high performance 프로세서 등의 COTS 부품 제공이 가능할 2007년경으로 예측하고있다. 전문가들은 2010년 이후 모든 무선망을 자유롭게 통합/융합하고 언제, 어디에서나 단일 단말 시스템으로 접속할 수 있는 ubiquitous 유무선 통신 시대가 도래할 것으로 전망한다.

참고 문헌

[1] T.Shono, K.Uehara and S.Kubota, "Proposal and evaluation of system diversity for software defined radio," IEEE International Conference, vol 1, pp. 490 - 496, April 2002.

[2] Eiman Mohyeldin, "Handover Management and Strategies for Reconfigurable Terminals," SDR Forum 30th

General Meeting Report, Sep. 2002.
[3] N.J.Drew and M.M.Dillinger, "Evolution toward reconfigurable user equipment," IEEE Comm. Mag., pp. 158-164, Feb. 2001.
[4] Gudaitis S.M and Hinman D.R, " Tactical Software Radio Concept," IEEE MILCOM 97 Proceedings vol. 3, Page(s): 1207 -1211, 1997
[5] SDR Forum Technical Report v2.2 2001.

김지연
2000년 전남대학교 컴퓨터공학과 석사 2000년~현재 한국전자통신연구원 이동통신연구소 연구원
(관심분야) SDR, 이동 통신, 디지털 변복조

김진업
1978~1985 고려대학교 전자공학과(학사)
1985~1987 KAIST 전기및전자공학과(석사)
1990~1996 KAIST 전기및전자공학과(박사)
1987~현재 한국전자통신연구원 이동통신연구소 팀장/책임연구원 (관심분야) SDR, 무선접속기술, Data Compression, Channel coding