

# Software Defined Radio 기술 및 표준화 동향

유형서

삼성종합기술원  
디지털통신연구실

## I. 서론

무선 통신 기술의 발전 및 다양한 규격의 존재로 인해 유연한 무선 시스템이 필요하게 되었고, 그에 따라 Software Radio에 관한 연구가 시작되었다. 일반적으로 소프트웨어는 하드웨어에 비하여 유연하기 때문에 무선 시스템에서 하드웨어의 비중을 최소화하고 소프트웨어의 비중을 늘린다면 유연한 무선 시스템의 구현이 가능하게 된다. Software Radio의 궁극적인 목표는 전적으로 유연한 시스템이며, 이것을 구현하기 위하여 안테나 직후 무선 주파수(RF: radio frequency)단에서 A/D 변환이 필요하고 그 이후는 디지털 하드웨어로 구성되어 있어 디지털 하드웨어를 운용하는 소프트웨어가 전체 시스템의 동작 및 성능을 결정하게 해주어야 한다. 현재의 A/D 변환기 및 DSP(Digital Signal Processor) 기술들이 그러한 무선 시스템을 완벽하게 구현하기에 충분한 성능을 보여주지 못하기 때문에 그 중간단계로 SDR(Software Defined Radio)이 정의되었다. SDR은 중간주파수(IF: intermediate frequency) 혹은 기저 대역에서 샘플링이 이루어지고, 그 이후 단이 소프트웨어로 특징지어지는 무선 시스템이다.

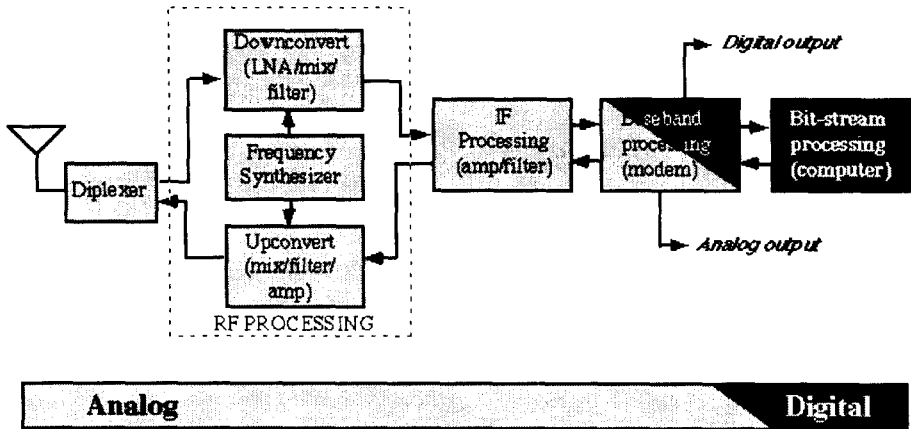
다양한 2세대 무선 통신 규격이 현재 존재하며, 차세대 무선 통신의 완벽한 단일 표준의 제정이 불투명한 현 상황에서 Software Radio/SDR은 유력한 해결책이 될 수 있다. 미국, 유럽 및 일본에서는 오래 전부터 이에 관한 연구가 활발히 진행 중이며, 국내에서도 이 분야에 대한 적극적인 연구 및 투자가 필요한 시점이라 할 수 있다. 본 논문은

서는 세계적으로 진행되고 있는 SDR 분야의 기술 및 표준화 동향을 살펴보았다. 2장에서는 Software Radio/SDR의 전반적인 내용 및 장점들을 설명하고, 3장에서는 그 구현에 필요한 기술과 기술 동향을 살펴보았다. 4장에서는 SDR분야의 표준화 기구인 SDR Forum에서의 표준화 동향을 소개하며, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

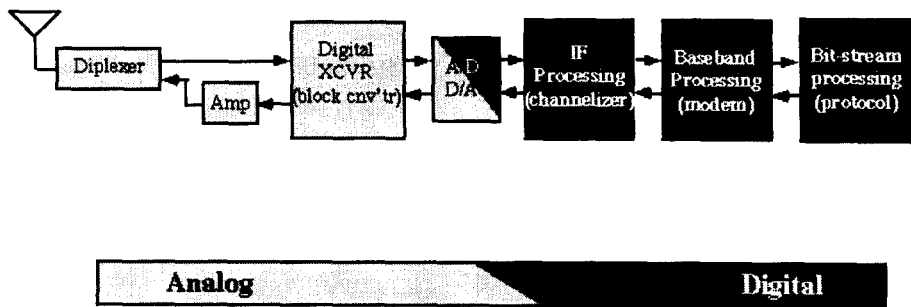
## II. Software Defined Radio

Software Radio에 관한 연구는 유연한 무선 시스템의 필요성에서 출발하였으며, 다양한 2세대 디지털 통신 규격의 존재, 3세대 IMT-2000의 단일화 지원 및 전세계적인 로밍(global roaming) 요구 등의 이유로 활발한 연구가 진행 중이다. 이상의 요구 조건을 하드웨어 지향 시스템으로 만족시키는 것은 비현실적이며(특히 이동 단말기의 관점에서) Software Radio만이 유일한 대안이라 할 수 있다. 또한 Software Radio의 구현을 위한 전체 조건인 디바이스 기술의 발전 속도가 만족할만한 양상을 보여 그의 구현이 가능할 것으로 믿어진다.

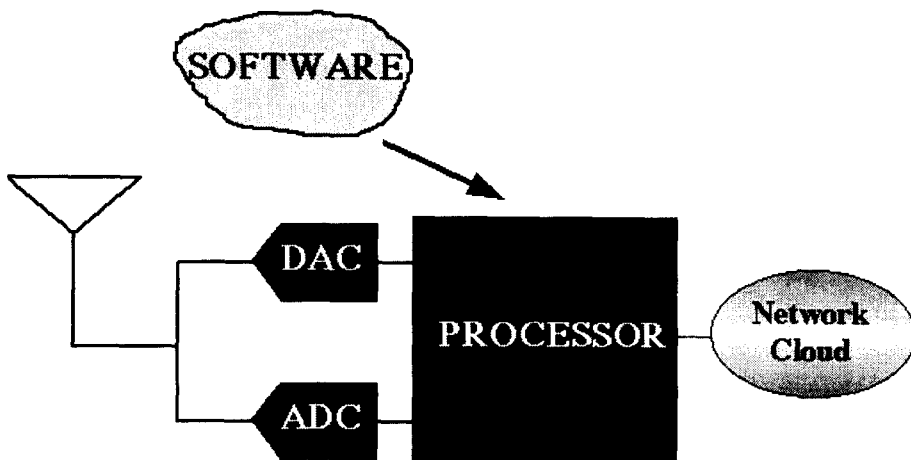
무선 통신 기술이 1세대 아날로그 방식에서 2세대 디지털 방식으로 진화하면서 시스템 설계자의 입장에서 디지털 부분을 하드웨어로 할지 혹은 소프트웨어로 할지의 두 가지 가능성이 생겼다. 일반적으로 처리속도의 문제 때문에 [그림 1]과 같은 하드웨어 지향적 구현이 사용되었다. 이러한 구현 방법은 처리속도 면에서의 장점은 있으나 유연성이 떨어진다. 예를 들어 이중모드 구현의 경우 하드웨어 지향 시스템이라면 두 가지 모드의 하드웨어



[그림 1] 기존의 송수신기의 구현(하드웨어 기반)



[그림 2] 이상적 구현에 근접한 송수신기의 구현(SDR)



[그림 3] 궁극적인 Software Radio

어를 구현하여 붙임으로 구현이 가능하나 비용, 크기, 전력소모 등에서 약점을 갖는다.

[그림 2]는 소프트웨어를 기반으로 하는 송수신기의 구현을 보여준다. 이와 같이 A/D, D/A 변환이 중간주파수(IF) 혹은 기저 대역에서 수행되는 구조를 SDR(Software Defined Radio)이라 부른다. 이러한 구조는 [그림 3]의 Software Radio 구현을 위한 전 단계로 현재의 디바이스 기술의 한계에 기인한다. 이와 같은 소프트웨어 기반 시스템이라면 소프트웨어의 변경과 무선 주파수 부분 하드웨어의 추가로 이중모드의 구현이 가능하며, 하드웨어 기반 시스템의 약점을 극복할 수 있다.

[그림 3]은 이 분야 연구의 궁극적 목표인 Software Radio의 개념을 잘 보여준다. 즉 안테나에서 받아들인 신호를 바로 A/D 변환을 통하여 디지털 신호로 변환하여, 그 이후의 무선 통신 기능을 프로세서가 모두 수행한다. 이러한 시스템의 구현을 위하여 A/D, D/A 변환기와 프로세서 등 디바이스 기술의 발전이 선행되어야 하며, 현재까지의 발전속도로 미루어 수 년 내에 충분한 발전이 이루어지리라 보여진다. Software Radio가 구현된다면 안테나가 처리할 수 있는 주파수 범위의 어떠한 통신 규격이라도 소프트웨어의 개발로 만족시켜줄 수 있을 것이다.

이제 Software Radio의 장점들을 살펴보면 크게 경쟁력, 유연성, 그리고 신호처리의 세가지로 구분할 수 있다.

- 경쟁력
  - 상품화 시간 단축
  - 범용 하드웨어의 채용으로 생산이 간편하며 비용이 절감
  - 통신 사업자별로 차별화 된 서비스를 제공
- 유연성
  - 다중모드 혹은 다양한 무선 인터페이스 지

원

- 미래를 대비한 설계가 가능
- 무선으로 프로그램을 다운로드
- 응용분야의 필요에 따른 다양한 QoS(Quality of Service)의 제공
- 신호처리
  - 지능형 안테나(smart antenna)
  - 간섭제거(interference rejection)
  - 다양한 압축 기술의 적용
  - 음성질의 향상
  - 이상 작동의 자기진단

이상과 같은 장점으로 인해 Software Radio를 사용할 경우 다음과 같은 다양한 서비스의 제공이 가능해진다.

- 광범위한 서비스 제공 영역
  - 로밍(roaming)
  - 건물의 내/외부; 상업/주거용; 이동성의 고/저
  - 동일한 가입자 단말기 혹은 한정된 종류만으로 모든 서비스를 제공
  - 차량용, 이동용, 고정 무선 통신망 등
- 다양한 서비스
  - 가변 대역 사용
  - 다양한 모드/연결방법
  - 사용자가 특성, 네트워크, 서비스 선택
- 유연한 네트워크 기반시설
  - 유연한 서비스 개발 및 요금 청구 환경
  - 네트워크 내/외의 서비스
  - 통신 환경의 진화에 대비

Software Radio의 실현으로 사용자의 입장에서는 다양한 서비스를 선택적으로 제공 받을 수 있으며, 통신 사업자와 장비 제조업자의 입장에서는

다음과 같은 이득을 얻게 된다.

- 비용절감
  - 범용 생산 라인
    - 일반적인 하드웨어 플랫폼에서 소프트웨어가 성능을 결정
  - 부품 구입선의 다양화
    - 이종의 부품들을 모아 시스템 구성
  - 위험관리
    - 현재의 선택이 미래에 부적절할 가능성 존재
    - 상품의 개선이나 결합수선을 다운로드
  - 시장화 비용 절감
    - 사용자가 특정 서비스를 위한 시스템을 구입하는 것보다 일반적인 시스템을 구입하는 것이 더 타당
  - 판매와 획득의 비용 절감
    - 컴퓨터와 자동차에 무선 통신 기능 삽입
- 수입의 증가
  - 서비스의 차별화
    - 현재의 하드웨어 기술이 제공할 수 있는 것보다 더욱 차별화된 무선 통신 기기를 제공
  - 로밍(roaming)
    - 무선 인터페이스와 주파수 대역에 관한 문제 해결
  - 사업의 유연성
    - 가입자의 요구에 따른 즉석의 서비스 제공이 가능
    - 기술과 무관한 제휴 및 시장합병
  - 새로운 배포 채널
    - 컴퓨터와 자동차에 무선 통신 기능 삽입을 장려
  - 현재장비의 가치상승
  - 범용생산라인

- 일반적인 하드웨어 플랫폼에서 소프트웨어가 성능을 결정
- 단말기의 공유
  - 공중 셀룰러/사유의 무선 통신 시스템
- 3세대 무선 통신으로 진화
  - 기지국
  - 단말기

이상과 같이 Software Radio는 장비 제조업자, 통신 사업자와 사용자 모두에게 유용한 기술이며, 따라서 기술적인(device technology) 뒷받침이 따라준다면 Software Radio는 향후 무선 통신의 예상되는 문제점들을 해결할 수 있는 유력한 대안으로, 국내에서도 이에 대한 연구가 절실히 요구된다고 보여진다.

### III. 기술동향

Software Radio 혹은 SDR을 구현하기 위하여 소프트웨어뿐 아니라 하드웨어의 다양한 기술들이 필요하다. 이 장에서는 그 중 하드웨어 기술들을 나열하고 그 각각에 대하여 알아보도록 하겠다. 소프트웨어 기술은 SDR 포럼에서 표준화 작업을 수행하므로 다음 장에서 다루도록 하겠다. 먼저 기본적으로 필요한 하드웨어는 [그림 3]에 나타난 바와 같이 안테나/무선 주파수 단의 처리, A/D 또는 D/A 변환, 그리고 DSP 혹은 재 구성이 가능한 프로세서(reconfigurable processor) 등이다.

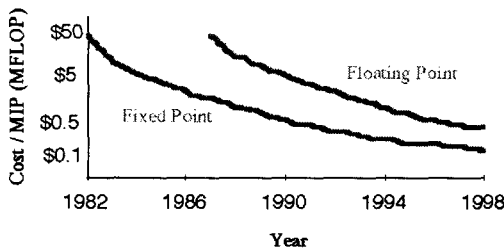
#### 3-1 프로세서 기술

프로세서 부분은 통신 기능을 수행하는 소프트웨어가 직접 운용되는 곳으로 Software Radio 하드웨어의 핵심이라 하겠다. 현재의 상용 무선 통신 시스템은 ASIC 기술을 사용하기 때문에 소비 전력이나 처리 속도면에서 이점을 갖지만 유연성이

떨어진다. 다시 말해서 시스템의 성능을 개선하거나 다른 통신방식 혹은 다른 주파수 대역을 사용하려면 하드웨어를 교체 또는 추가하여야 하므로 비용이 많이 들게 된다. 이에 반하여 Software Radio는 DSP 등의 프로세서에서 통신 기능을 소프트웨어적으로 처리하므로 기본적으로 유연성이 확보된다.

유연성을 갖는 프로세서로는 DSP와 FPGA(Field Programmable Gate Array)등의 재 구성이 가능한(reconfigurable) 프로세서가 있다. DSP의 장점은 유연함(flexibility) 외에도 프로그램이 용이하고, 개발 환경이 발달되어 있으며, 발전 속도가 빠르다는 것을 들 수 있다. 그러나 전력소모가 크고, 크기를 줄이기 어려운 단점이 있다. 반면에 FPGA등의 reconfigurable 프로세서는 유연함, 적은 전력소모와 적은 크기의 개발이 가능하다는 장점을 갖지만 개발 환경이 발달하지 않았다는 단점이 있다. DSP와 FPGA 등의 프로세서 기술은 계속 발전하고 있으므로 양쪽 모두에 대한 연구가 진행되어야 할 필요가 있다. 참고로 [그림 4]는 범용 DSP의 발전경향을 보여준다. Software Radio/SDR의 개발을 위하여는 DSP, FPGA 또는 하이브리드(hybrid) 형태의 프로세서를 사용하는 것을 고려할 필요가 있다.

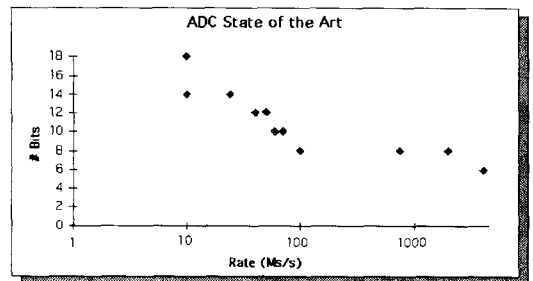
### 3-2 A/D 변환기



[그림 4] 범용 DSP의 발전경향

디지털 방식의 무선 통신을 위하여 안테나에서 받은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환기와 프로세서에서 처리된 디지털 신호를 안테나에서 보내기에 적합한 아날로그 신호로 변환하는 D/A 변환기가 필요하다. 일반적으로 D/A 변환기는 A/D 변환기에 비하여 사용자의 요구를 쉽게 만족하므로 여기서는 A/D 변환기에 관해서만 알아보도록 하자. A/D 변환기의 주요 고려 대상은 분해능(resolution)과 변환속도이며, 이들은 반비례의 관계가 있다. 다시 말해서 분해능을 높으려면 변환속도가 낮아지고, 반대로 변환속도를 높으려면 분해능이 낮아진다. 이들의 관계를 적절히 조절하여 목적에 맞는 A/D 변환기를 사용하는 기술이 필요하다. [그림 5]는 A/D 변환기의 기술 수준을 나타낸 것으로 분해능과 변환속도의 관계를 볼 수 있다.

현재의 A/D 변환기의 변환속도의 한계로 인하여 무선 주파수(RF)에서의 샘플링이 불가능하며 따라서 Software Radio의 구현은 현재의 기술 수준으로는 불가능하다. 이런 이유로 중간주파수(IF) 혹은 기저대역(base band)에서 샘플링을 하는 SDR 구조가 출현하게 된 것이다. 즉 가능한 기술 수준의 한도 내에서 유연성을 갖는 무선 통신 구조가 SDR이다. 그러나 아직도 저가의 만족할만한 성능을 갖는 A/D 변환기가 상용화되지 않은 점과 프로세서의 크기 및 처리속도 때문에 단말기의



[그림 5] A/D 변환기의 기술 수준

SDR 구현은 실현되지 못하고, 일부 기지국 장비에서 reconfigurable 구조를 구현하고 있다. 그러나 이들의 발전 추세로 볼 때 SDR의 구현은 멀지 않은 장래에 이루어질 것이며, 궁극적으로 Software Radio의 구현도 실현될 것이다.

### 3-3 안테나와 무선 주파수대역 처리 (RF processing)

Software Radio의 전단계인 SDR 구조에서는 안테나와 무선 주파수대역 처리는 아날로그적으로 수행되어야 한다. SDR의 구현을 위하여 안테나와 무선 주파수대역 처리 단이 만족해야 할 조건들을 정리하면 다음과 같다.

- 안테나
  - 다중 대역 혹은 광대역 처리
  - 소형화
  - 사용자(단말기)의 입장에서 매우 낮은 전력 소모
  - 비용의 효율성
- 무선 주파수대역 처리
  - 다중 무선 통신 방식 및 대역을 처리할 수 있을 것
  - 소형화
  - 효율적인 전력소모
  - 비용의 효율성

이러한 논점 이외에도 지능형 안테나(smart antenna)도 고려될 수 있으나 그것은 다음 장에서 다루도록 하겠다.

## IV. SDR 포럼과 표준화 동향

### 4-1 SDR 포럼

SDR 포럼은 Software Defined Radio(SDR)의 구현을 위한 표준화 작업을 수행하는 비영리 단체이다. 1996년 3월에 MMITS(Modular Multifunction Information Transfer System) 포럼으로 출발한 이 단체는 1998년 12월 회의에서 SDR 포럼으로 개명하였다. 이 포럼의 회원은 군(Military), 정부(Civil Government), 업체(Manufacturer & Service Provider) 및 학계(University)를 망라하여 구성되어 있으며, 각 분야의 필요성을 조율하여 SDR 및 Software Radio 구현을 위한 표준을 제정한다. SDR 포럼의 목표를 살펴보면 다음과 같다.

- To enable seamless integration of capabilities across diverse networks, in an environment of multiple standards and solutions,
- To accelerate proliferation of software-definable radio systems,
- To advance adoption of open architecture for wireless systems,
- To promote "multiple capability and multiple mission" system flexibility,
- To ensure accommodation of current and future user needs in the areas of voice, data, messaging, image, multimedia, etc.

SDR 포럼은 기술 위원회(Technical committee), 시장 조사 위원회(Markets committee), 운영 위원회(Steering committee)등 세 개의 위원회로 구성되어 있다. 운영 위원회는 포럼의 운영을 담당하고, 시장 조사 위원회는 SDR의 시장 분석 및 예측을 담당하며 그 결과를 시장 예측 보고서(Market forecast report)로 출판하여 회원들에게 배부한다. 마지막으로 기술 위원회는 SDR의 기술적인 부분을 담당하여 표준화 작업 또는 권고안을 만들며, 그 결과를 기술 보고서(Technical re-

port)의 형태로 출판하여 회원들에게 배부한다. 기술 위원회는 기본적으로 기지국(Base Station), 이동국(Mobile), 단말기(Handheld) 등 세 개의 활동 그룹(WG: working group)으로 나누어지며, 필요에 따라 새로운 활동그룹을 구성하여 활동한다. 한 가지 특이한 사항은 이동국 활동그룹(Mobile WG)과 단말기 활동그룹(Handheld WG)의 구분이다. 이동국 활동그룹의 주안점을 차량용 무선 기기로 그 특징은 소비 전력 및 시스템의 크기에 제약을 덜 받으며(단말기에 비하여) 이동성이 있는(기지국에 비하여) 것이다. 이동국 활동그룹의 주 구성은 정부와 군 영역이다. 그에 반해 단말기 활동그룹의 주안점은 들고 다닐 수 있는 단말기로 소비 전력 및 시스템의 크기가 중요한 요소이다. 단말기 활동그룹의 주 구성은 업체측이다.

포럼의 주요 활동은 앞에서 언급된 기술 보고서와 시장 예측 보고서의 발간이 있고, 매 3개월마다의 전체 회의가 있다. 그 외 활동그룹별로 필요에 따라 모임을 갖는 것이 가능하다.

#### 4-2 공개구조(Open Architecture)

시스템의 공개구조는 인터페이스, 서비스 및 지원형식(supporting format) 등을 표준으로 공개하여 기준을 만족하는 구성 요소(component)를 개발하도록 하여 여러 분야의 시스템에서 최소한의 수정으로 사용이 가능하게 하며, 국지적 혹은 원격 시스템의 다른 구성 요소들과 같이 효과적으로 작동하게 하며, 사용자에게 편리하도록 이동성(portability)을 준다. 다시 말하면 공개 시스템은 다음과 같이 특징 지어질 수 있다.

- 잘 정의되고(well-defined), 널리 사용되며, 독점이 아닌 인터페이스와 프로토콜
- 인지도된 표준 제정 단체에서 개발되거나 상용 시스템에 채용된 표준을 사용

- 다양한 방면의 응용을 위해 새로운 혹은 부가적인 기능을 추가하기 쉽도록 시스템 인터페이스의 모든 양상을 정의
- 부가적인 혹은 고기능의 요소를 포함하여 시스템의 확장 또는 업그레이드(upgrade)시 최소한의 영향만을 받도록 명백한 준비

공개구조를 채용함으로써 얻을 수 있는 이득을 살펴보면 첫째로 비용 절감의 효과를 들 수 있다. 상용화된 모듈(COTS: Common Off The Shelf)의 사용으로 전체 시스템의 자체 개발보다 비용면에서 이득을 얻을 수 있다. 또한 COTS 제품은 대량 생산체제가 가능하므로 규모의 경제를 이룩할 수 있다. 두 번째 이득은 상품화까지의 시간을 줄일 수 있다는 점이다. 이것도 시스템의 모듈화와 COTS의 채용으로 얻어지는 장점 중의 하나이다. 세 번째는 많은 제 삼의(third party) 소프트웨어 개발자의 참여를 유도하여 기술적 진보를 이룩할 수 있다는 점이다. 이것은 IBM PC 호환기종의 경우를 보면 쉽게 유추할 수 있을 것이다. 또한 모듈화의 장점으로 새롭게 개발된 소프트웨어 및 하드웨어를 시스템에 적용하는 것이 쉽다.

#### 4-3 지능형 안테나(Smart Antenna)

지능형 안테나는 Software Radio의 구조에 근본적으로 포함이 되어 있다. 즉 지능형 안테나는 안테나 요소와 신호처리 부분으로 구성되어 있으며, Software Radio는 이미 두 부분을 포함한 구조를 갖고 있다. 이에 대한 연구는 기지국 활동그룹에서 주도하고 있으며, 현재는 기능적인 입장에서 용례(use case)를 찾고 있다. 충분한 용례를 찾은 후 그들을 이용하여 어떠한 요소들이 관계되는지를 확인한 후 구현상의 문제점들을 파악하여 구조 및 인터페이스의 표준을 만들 것이다.

참고로 현재까지 파악된 지능형 안테나 용례를 살펴보면 다음과 같다.

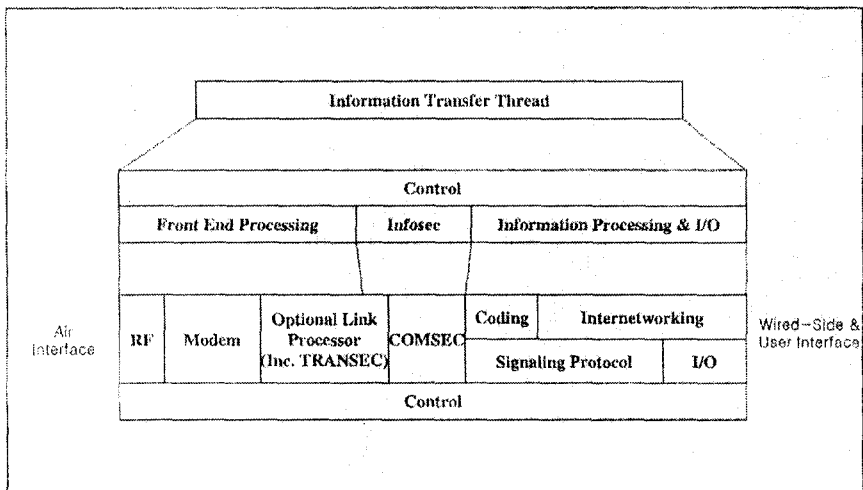
- 기지국의 조정(Base Station arbitration)
- 시간적 서비스(Time sensitive services)
- 기지국에서의 음성과 데이터간의 서비스 변환 (Base Station service change voice/data)
- 서비스의 품질 관리(Quality of service management)
- 기지국이 단말기에 제공 가능한 서비스 결정 (The Base Station co-ordinates service offerings to mobiles.)
- 기지국이 시스템의 업그레이드 결정(The Base Station co-ordinates a system upgrade.)
- 기지국이 서비스의 변환 결정(The Base Station co-ordinates a service change.)
- 기지국의 재구성(Base Station reconfiguration)
- 기지국의 재분할(Base Station repartition)

#### 4-4 소프트웨어 구조 골격(Software Architecture Framework)

[그림 6]은 SDR의 기능적 모델을 보여주며, [그림 7]은 이를 기초로 한 SDR의 모듈화 구조 및 인터페이스를 보여준다. 여기서 I는 정보신호(information)를 나타내며, C는 제어신호(control)를 나타낸다. 각각의 모듈은 개발자의 필요에 따라 아날로그 혹은 디지털 방식으로 구현될 수 있으며, 모듈의 유, 무 여부도 개발자의 재량에 맡긴다. SDR 포럼에서는 모듈화 구조 및 각 모듈간의 인터페이스를 정의하여 표준화 한다. 모듈간의 인터페이스를 API(Application Program Interface)로 정의하며, CORBA(Common Object Request Broker Architecture) 구조를 채용하여 객체 지향성을 추구한다.

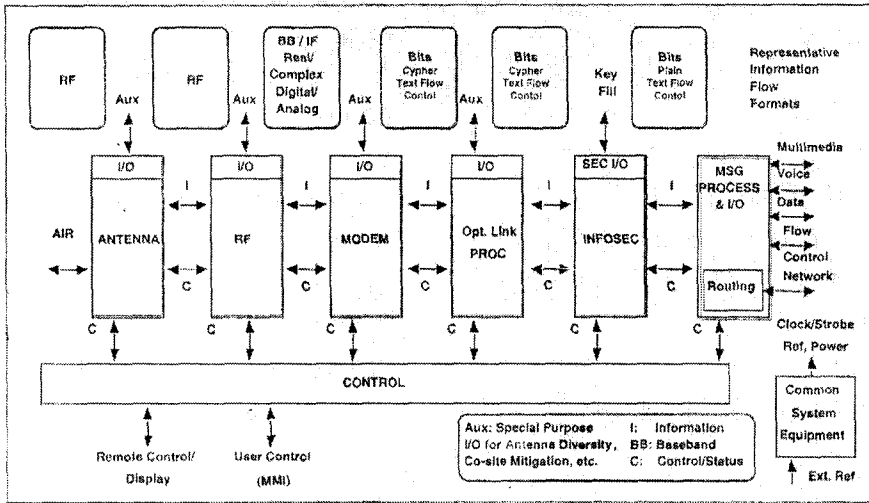
#### 4-5 소프트웨어 다운로드(Software Download)

소프트웨어 다운로드는 SDR 디바이스에 그것의 기능(operation)이나 성능(performance)을 변경하기 위하여 새로운 프로그램 코드(program code)를 주는 작업이며, 이를 통하여 SDR의 궁극적 목표인 reconfigurability를 달성할 수 있다. 다시 말해서



[그림 6] SDR의 기능적 모델





[그림 7] SDR의 기능적 인터페이스 도식

SDR을 특징 짓는 핵심 기술이 소프트웨어 다운로드이므로 이에 대한 명확한 표준화 작업이 필요하다. 이를 위하여 SDR 포럼에서는 다운로드 시나리오(scenario)를 지능형 카드(smart card)와 무선통신을 통한(over-the-air) 경우에 대하여 작성하고 각 단계별 고려사항 및 전달 정보들을 확인하여 표준화하고 있다. 또한 소프트웨어 다운로드에서 고려하여야 할 사항들은 보안성, 다운로드한 코드에 대한 요금 청구 및 인가, 소프트웨어의 소유문제 등 여러 가지가 있다.

SDR 포럼에서 다루고 있는 소프트웨어 다운로드의 쟁점들은 다음과 같다.

- 다양한 통신 환경에서 SDR 디바이스가 통신할 수 있으면서도 장비 제조업자, 통신사업자, 소프트웨어 개발자들이 자기 분야에서 유연한 개발이 가능하도록 해주는 최소한의 표준은 어디까지인가?
- 코드 업데이트(update)를 통신사업자와 장비제조업자가 허가해 줄 수 있게 하려면 API

구조를 어떻게 정의해야 하는가?

- SDR 디바이스가 자신이 속해있는 통신 환경을 어떻게 찾을 수 있는가?
- 소프트웨어 다운로드와 다중표준 로밍이 가능하려면 현재의 통신 규약들 중 어떤 부분을 바꾸어야 하는가?
- SDR 디바이스의 기술적 성능(송수신기의 대역폭, 처리능력의 벤치 마크, 메모리 등)을 분류할 필요가 있는가? 이것들이 다운로드 과정 중 능력 교환 부분에서 수행될 수 있는가?
- 이 표준에서 요금부과, 라이선스, 소유권, 보안 같은 문제들을 언급할 필요가 있는가?

#### 4-6 규제 및 인가에 관한 이슈 (Regulatory Issues)

Software Radio를 구현하는데 있어서 고려해야 할 중요한 사항 중의 하나는 규제 및 인가에 관한 이슈이다. 현재의 무선통신 기기들은 상품화 이전 단계에서 정부의 허가를 취득하여야 한다. 한 예로

미국 민간 무선 통신의 경우를 살펴보면 다음과 같다. (필자가 자료 미비로 한국의 상황을 예로 들 수 없음을 죄송하게 생각합니다.) 민간 무선 통신 분야는 FCC(Federal Communications Commission)에서 그 허가를 관장한다. 서비스 업자는 주파수를 할당 받아야 하며 각 장비들은 다음의 사항들에 대하여 허가를 받아야 한다.

- 출력 파워(RF power output)
- 변조(Modulation)
  - 주파수 응답(Frequency response)
  - 변조 제약(Modulation limiting)
- 점유 대역(Occupied bandwidth)
- 안테나에서의 의사 방출(Spurious emission at antenna terminals)
- 시스템 외장에서의 의사 방출(Cabinet spurious emission)
- 주파수 안정성(Frequency stability)

이외에도 각 장비의 용도에 따라 부가적인 허가 사항들이 있다. 여기서 우리가 주목해야 할 것은 변조(modulation)와 점유대역폭(occupied bandwidth)에 대한 허가가 필요하다는 것이다. Software Radio는 근본적으로 다중대역(multi-band), 다중모드(multi-mode)를 추구하는 시스템이므로 각각의 대역 및 모드에 대하여 허가를 받아야 할 것이다. 그러나 단말기의 경우 사용자가 필요로 하지 않는 대역 혹은 모드에 대한 허가를 받는 노력을 들일 필요가 있는가 하는 문제와, 새로운 소프트웨어의 개발로 허가 받을 당시와 다른 대역 혹은 모드의 허가가 가능하기의(이미 사용되고 있는 장비에 대해) 문제가 예상된다. 물론 이외에도 허가 기관의 입장에서 많은 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 Software Radio의 개발 원료 시점에서 이 문제들을 고려하기 보다는 개발이 진행중인 현재의 시점

에서 이러한 사항들에 관한 고려를 시작해야 할 것이다. SDR 포럼에서는 FCC와 이 문제에 관해서 협의 중이며, 유럽 및 일본에서도 포럼 회원사와 정부간에 협의를 시작하려 하고 있다. 국내에서도 이러한 추세에 따라 정부 허가 기관과의 협의를 시작해야 할 것이다.

## V. 맺음말

Software Defined Radio는 앞으로 수 년 내에 구현이 가능한 기술이며, 특히 지지국의 경우는 소비 전력이나 시스템 크기의 제약이 단말기에 비하여 적으므로 이미 reconfigurable 구조를 적용한 시스템이 존재할 정도로 적용 가능성이 높다. A/D 변환기나 DSP 등의 디바이스 기술이 현재와 같은 발전 경향을 유지한다면 SDR의 구현은 빠른 시일 안에 이루어질 것으로 보이며, Software Radio의 구현도 가능할 것이다. 따라서 국내의 이동 통신 분야의 연구도 미래를 대비하는 입장에서 소홀히 할 수 없다 하겠다.

한가지 덧붙인다면 Software Radio 개념은 이동 통신뿐 아니라 통신의 모든 분야에 적용이 가능하므로 많은 통신 관계자들에게 이것을 소개하는 노력도 또한 필요하다. 예를 들면 고정 무선 통신 시스템의 경우 Software Radio 구조를 적용한다면, 시스템의 성능을 개선하는 것이 단순한 소프트웨어 업그레이드로 가능할 것이다. 또 하나의 예로는 지능형 운송 시스템(ITS: Intelligent Transportation System)을 들 수 있겠다. 지능형 운송 시스템에서 automatic highway system, car navigation system, electronic toll collection 등의 기능을 수행하는데 있어 Software Radio를 채용한다면 하나의 하드웨어 플랫폼이 소프트웨어의 선택으로 다양한 기능을 수행할 수 있을 것이다.

결론적으로 Software Radio/SDR의 상용화 시점

이 멀지 않은 상황에서 이의 개념을 널리 확산시키며, 또한 이에 대한 연구에 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] *IEEE Communications Magazine* vol. 33, no. 5, May, 1995.
- [2] *IEEE Communications Magazine* vol. 37, no. 2, Feb., 1999.
- [3] *IEEE JSAC*(Journal on Selected Areas in Communications) vol. 17, no. 4, Apr., 1999.

≡필자소개≡

유형석

1985년 2월: 서울대학교 공과대학 제어  
계측공학과(공학사)

1987년 2월: 서울대학교 대학원 제어계  
측공학과(공학석사)

1998년 8월: 미국 University of Texas  
Austin 대학원 전기 및 컴퓨터 공학  
과(공학박사)

1988년 7월~1990년 6월: KAIST 연구원

1998년 9월~현재: 삼성종합기술원 전문연구원

[주 관심분야] 이동통신 시스템 기술, Software Defined  
Radio, Interference Cancellation, Smart Antenna



- [4] SDR Forum web page: <http://www.sdr-forum.org>
- [5] SDR '99 presentations: <http://www.sdr-forum.org/corprbrf.html>
- [6] SDR Forum Technical Report 2.0, 1999.
- [7] 유형석, "Software Radio," *Proc. Expo Comm. Wireless Korea 99*, Session A, May, 1999.
- [8] H. S. Babbitt III, "Software Radios & Standards A Cellular Basestation Perspective," *MMITS Forum Mtg.*, Sep., 1996.