

# SDR 어떻게 볼 것인가 : Hype and Real

삼성종합기술원 I-Networking Lab 김 기 호

차 례

1. SDR Introduction
2. SDR Hype & Real
3. Summary

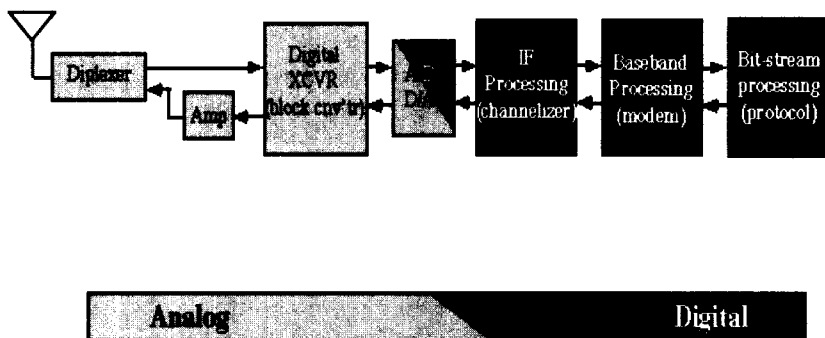
## 1. SDR Introduction

SDR(Software Defined Radio) 이란 용어는 1996년 시작한 MMITS(Modular Multi-function Information Transfer Systems) Forum이 1999년 12월 SDR Forum으로 변경되면서 처음으로 사용되었다. 처음에는 Software Definable Radio라고 했던 것이 나중에 Software Defined Radio로 변경되었다.

당시의 Software Defined Radio는 그림1과 같이 정의하여 사용하였다. 즉 Software Defined

Radio는 전통적인 방식과는 달리 A/D (D/A) conversion을 base band와 IF단 사이가 아닌 IF stage에서 하는 것으로 정의하였다. 이와 별도로 Software Radio는 그림 2와 같이 A/D (D/A) conversion을 RF stage에서 하는 것으로 정의하였다.

이러한 SDR 혹은 Software Radio 개념들은 Analog 특성이 강한 RF를 값싸고 재현성이 좋은 Digital로 바꾸자는 취지에서 출발하였다. 즉 Moore의 법칙에 의해 고속의 ADC/DAC가 값이 싸지고 Processor의 speed가 충분히 향상되고 값



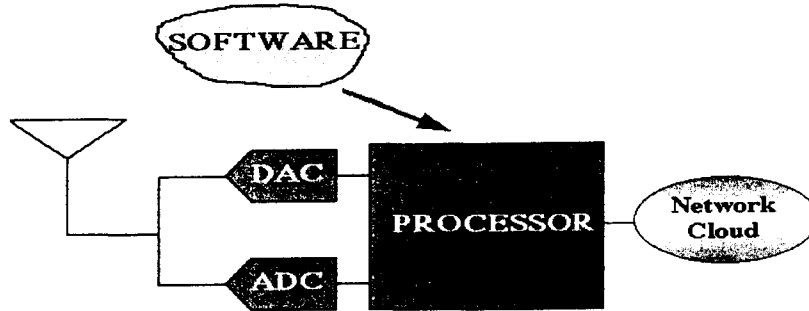


그림 2. Software Radio

이 충분히 싸지게 되면 ADC/DAC를 점차 antenna 쪽으로 이동시켜 궁극적으로는 Software Radio처럼 RF를 완전히 없애자는 발상이었다.

이러한 움직임은 많은 공감을 얻어내었고, Moore의 법칙은 이를 가능하게 해주는 것처럼 보였다. 따라서 ADC/DAC를 RF와 IF단 사이로 이동시키고 digital domain에서 IF conversion을 대신하는 기술들, 예를 들어 Zero IF나 Low IF같은 direct conversion 방식들, programmable up/down conversion들에 대한 연구가 확산되었다. 이렇게 연구 개발된 기술들 중에서 direct conversion과 같은 기술들은 이미 다양한 mobile 혹은 wireless 장비에 사용되는 chipset들에 구현되고 있으며, 현재는 SDR의 범주로 취급되기 보다는 하나의 독립된 기술분야로 자리잡고 있다.

최근 들어 SDR Forum은 Software Defined Radios(SDRs)를 "radios that provide software control of a variety of modulation techniques, wide-band or narrow-band operation, communications security functions (such as hopping), and waveform requirements of current and evolving standards over a broad frequency range"로 정의하고 있다. 특히 "The basic concept is based on the use of a simple hardware platform built using SDRs to enable

customers to modify both the network and the end-user device to perform different functions at different times"라고 concept을 설명하고 있다. MMITS Forum에서 내리던 처음의 정의, 즉 ADC/DAC의 위치를 기준으로 한 정의와는 상당히 달라졌다고 볼 수 있다.

본 글에서는 SDR을 자의적으로 해석하기보다는 "a simple hardware platform을 기반으로 한 Software control"이라는 SDR concept을 기준으로 정리하였다. 특히 MMITS Forum에서부터 SDR Forum에 이르기까지의 과정을 지켜보면서 느꼈던 소감, 즉 SDR에 대해 품었던 기대와 현실적인 문제들 사이의 차이점들을 어떻게 판단할 것인가를 주관적인 시각으로 정리하였다.

## 2. SDR Hype & Real

### SDR Hype

SDR은 그 동안 IT를 이끌어 온 Moore의 법칙을 바탕으로 RF를 Digital, 궁극적으로는 Software로 바꿈으로써 "Software의 Flexibility와 Digital의 Efficiency를 동시에 해결하겠다"는 접근 방법이다. SDR Forum의 정의에 따르면 Radio, 즉 이동/무선 통신 분야에서 다양한 통신방식과 다양한 주파수 대역, 서로 다른 요구조건을 만

족하는 시스템들을 하나의 platform을 이용하여 software control로 해결하겠다는 것이다. SDR이 추구하는 목표는 마치 “만병통치약과 같은 Concept”으로 모든 장애물, 즉 Network Operator, Application Developer, Infrastructure 및 Terminal에서의 문제를 해결할 수 있을 것이라는 Hype을 바탕으로 하고 있다.

### SDR 분류

이러한 SDR의 이상을 구현하는데 따른 현실적인 문제점들을 검토하기 위해 일단 SDR을 몇 가지로 분류해 검토해 보자. 우선 SDR의 응용 분야는 크게 군사용과 상업용으로 나눌 수 있다. 또한 SDR을 네트워크 측면에서 나눠 보면 기지국 장비와 휴대용 단말기로 분리할 수 있다. 구현 측면에서는 Application program interface, Middleware, Operating system, Hardware platform으로 쪼개어 생각해 볼 수 있다.

### SDR Real

SDR 개념은 기술 발전의 흐름, 즉 Analog에서 Digital로 다시 Digital에서 Software로 바뀌어 가는 흐름을 대변하는 개념임에는 틀림이 없다. 이렇게 추상화 된 개념의 SDR이 세분화 된 market segmentation 혹은 기술 분야에서 어떤 문제점들과 마주치게 되는지, 따라서 어떤 문제점들을 극복해 가야 하는지 살펴보기로 하자.

**군사용 Radio:** 우선 군사용 SDR을 살펴보자. 군사용은 Performance와 Cost라는 tradeoff에서 항상 Cost보다는 전략적인 필요성을 우선하여 Performance를 중시하기 때문에 가장 먼저 SDR을 구현할 분야임에 틀림이 없다. 미국의 JTRS(Joint Tactical Radio System)는 SDR

을 구현해 가고 있는 구체적인 예이다. 이러한 JTRS와 같은 군용시스템에서도 SDR을 구현할 때 common interest와 domain specific한 것을 구분하여 모든 것을 하나로 한다는 개념을 배제하고 있다. 40여 개에 이르는 Narrowband waveform에 대해서는 SDR 개념을 적용하려 하지만, 6개 정도 되는 Wideband waveform에 대해서는 전력 소모가 크게 문제되지 않는 차량 적재용에서조차도 ASIC이나 FPGA을 포함하는 구조를 택하고 있다.

요점은 Cost를 크게 고려하지 않는 군사용 SDR에서도 너무 많은 규격을 하나의 단말기로 다뤄야 할 경우에는 SDR을 사용하지만, 고속의 Data rate을 다뤄야 하는 5-6개의 규격들의 경우에는 아직도 ASIC을 중심으로 한 구조를 채용하는 것이 현실적이라고 보고 있다는 점이다. 이러한 JTRS의 움직임은 Software와 Hardware를 적절하게 조합하는 기존의 구현 방식과 SDR 사이의 선택 기준에 대해 많은 시사점을 던져 준다.

**상업용 Radio:** 상업용 Radio를 만드는 많은 회사들은 MMITS Forum에서부터 최근의 SDR Forum에 참여하여 적극적이지는 않지만 진행되는 일련의 활동들을 지켜보고 있다. SDR이 군사용 Radio 기술에서 상업용 Radio 기술로 발전해 갈 수 있을 지를 지켜보고 있는 것이다. 상업용 Radio에서도 Middleware위의 application program interface와 같은 부분들은 통일된 software architecture를 기반으로 비교적 SDR concept에 충실하게 구현되고 있다고 할 수 있다. 중요한 것은 상업용 Radio에서 가장 많은 gate를 필요로 하고 cost와 power에 결정적인 역할을 하는 base band 부분에 SDR이 채용되고 있는가 하는 점이다. 이를 알아보기 위해서는 그 동안 Moore의 법칙에 의해 남게 된 gate들이 processor의 성능 향상에 흡수되어 기존의 ASIC으로 구현된 기능들을 software로 처리하는데 사용되었는가를 살펴보는

것이 필요하다.

상업용 Radio의 모뎀 방식의 구현 복잡도를 살펴 보면 PDC같은 과거의 규격은 5K gate정도를 필요로 하지만 최근의 CDMA-2000이나 W-CDMA는 Air interface의 구현에 수백만 gate가 필요하다. Moore의 법칙에 의해 남은 gate들을 좀 더 성능이 좋은 좀 더 복잡한 algorithm들을 구현하는 데 사용하고 있다는 증거이다. 향후 OFDM, MIMO, LDPC등을 사용하게 될 미래의 Radio들은 좀 더 복잡하여 좀 더 많은 gate들을 필요로 할 것은 명백한 사실이다. 또한 Intel과 같은 processor회사들은 Moore의 법칙에 따라 남은 gate들을 processor의 성능을 높이는 데 사용하기 보다는 소위 "Radio Free"라는 전략에 따라 wireless connectivity, sensor등 통신기능의 향상에 쏟고 있다.

아직까지는 Moore의 법칙에 의해 남은 gate들을 SDR로 가는 징검다리로 사용하려는 움직임보다는 base band algorithm과 같은 기존의 성능을 고도화 하거나 시장에서 요구하는 추가 기능을 구현하는데 사용하고 있는 것이다. 이러한 성능 고도화 및 기능 추가가 충분히 이루어지고 난 연 후에나 SDR로 이동할 가능성이 높은 것이다.

**기지국 장비:** 이번에는 상업용 SDR중 기지국 장비에 대해 살펴보자. 일단 기지국 장비들은 휴대용 단말기에 비해 여러 채널들을 동시에 다루고 장비가 격도 비싸기 때문에 SDR을 구현하기에는 좀 더 유리한 조건을 갖추고 있다. 기지국 장비에서는 service option의 추가나 software upgrade가 필요한 부분은 이미 software architecture를 채용하여 서비스 차별화나 망 구조 개선을 쉽게 할 수 있도록 하고 있다.

Base band 신호처리 부분에서는 여러 채널을 동시에 다루기 위해 고속의 광대역 ADC/DAC가 개발되어 IF단을 digital화 하고 up/down conver-

sion을 하는 chipset들이 개발되어 상용화 되었다. 하지만 이러한 구조들을 자세히 살펴보면 cost를 절약하기 위해 필요한 부분만을 digital화고 flexible하게 한 것으로 SDR Forum이 정의한 SDR concept의 도입이라 보는 데는 한계가 있다. 기지국 장비들의 현실적인 needs는 multi-mode, multi-standard를 고려한 flexibility보다는 multi-channel을 고려한 고속의 parallel processing에 있기 때문에 RF와 base band processing의 효율적인 처리에 초기의 SDR concept을 일부 채용한 것이라 보는 것이 타당하다.

Multi-mode, multi-standard를 위한 기지국 장비들에 대한 수요가 매우 크다고 보는 것은 위험한 생각이다. 왜냐하면 W-WAN, W-MAN, W-LAN, W-PAN과 같은 서로 다른 규격들은 서로 다른 응용분야를 갖는 기술 규격들로 장비들의 설치 위치, cell size들이 서로 다르고, 필요로 하는 Antenna나 RF, base band 처리의 기술 규격이 크게 다르기 때문에 SDR처럼 하나의 통일된 hardware platform을 공유하는데 기술적인 문제가 많기 때문이다.

**휴대용 단말기:** 1997년 Software Detector란 이름으로 현재의 SDR에 해당하는 연구를 시작할 당시에 2002년의 모습을 예측한 적이 있었다. 2002년에는 IMT-2000이 상용화되어 multi-band, multi-mode 단말기가 일반화 될 것으로 예측하였고, Moore의 법칙에 따라 Processor의 MIPS가 1997년도에 비해 10배정도 증가함에 따라 SDR을 채용한 휴대용 단말기가 경쟁력을 가질 것으로 예측하였다. 2002년이 저물고 있는 지금 그 예측을 회고해 보면, Multi-band 단말기가 일반화되어 한국의 CDMA 단말기를 미국에 가서 그대로 사용할 수 있다는 것을 제외하곤 나머지는 대단히 주관적인 예측이었다는 것을 확인 할 수 있다. 그렇다면 무엇이 문제였을까?

첫 번째로 Multi-mode 단말기에 대한 수요가 부진한 것은 IMT-2000의 시장진입이 늦어진 데에 원인이 있기도 하지만 현실적으로 소비자들의 수요가 많지 않다는 데 있다. 예를 들어 IS-95/C 규격과 W-CDMA 규격을 동시에 지원하는 air interface chipset에 대한 수요가 2세대에서 3세대로 넘어가는 길목에서 필요한 정도이고 전체 시장에서 보면 규모가 작은 틈새 시장에 해당한다고 볼 수 있다. 향후 multi-mode, multi-band를 지원하는 단말기에 대한 수요는 분명히 증가할 것이나 SDR이 훌륭한 대안인지는 아직은 검증되지 않은 상태이다.

두 번째로 Moore의 법칙에 의해 남게 된 gate들이 SDR을 담당할 processor들로 흘러간 것이 아니라, 앞서(상업용 Radio) 지적한 대로 기존의 통신 기능들을 고도화하고 새로 추가하는데 사용하고 있고, Application들을 고도화하고 추가하는데, 예를 들면 40 화음을 지원하고 color display를 지원하고 디지털카메라를 지원하는데 사용하고, 좀 더 많은 전화번호부를 저장하고 게임을 저장하는데 사용한 것이다. 남는 gate 들을 revenue를 창출하고 경쟁력을 높이는데 사용한 것이지 동일한 기능들을 SDR과 같은 좀 더 훌륭한 기술로 구현하는데 사용하지 않았다는 것이다.

세 번째로 휴대용 단말기를 구현하는데 CPU나 DSP와 같은 processor의 비중이 늘어난 것은 대세이지만 아직도 가장 많은 gate를 필요로 하는 모델과 같은 중요한 기능들이 대부분 ASIC에 의존하고 있다. 가장 큰 원인은 SDR을 지원할 수 있는 경쟁력 있는 processor가 공급되지 않는데 있다. SDR concept을 과감하게 도입하고자 해도 경쟁력 있는 processor가 공급되고 있지 않는 것이다.

몇 년 전 Texas Instruments사는 xDSL solution을 DSP based로 구현하여 모델 chipset의 경쟁력을 확보하고 이를 바탕으로 DSP의 수요를 창출하고, 여세를 몰아 이동/무선의 processor 시장으로 진출하려는 야심찬 계획을 세운 적이 있다.

이에 질세라 Motorola와 Lucent도 StarCore를 결성하여 IMT-2000을 위한 DSP processor roadmap을 발표하고 경쟁에 나선 적이 있다. 하지만 TI의 시도는 ASIC 기반의 ADSL 업체들의 가격 경쟁력에 밀려 사실상 실패로 돌아가고 말았다. DSLAM과 같은 사업자용 시장에서 power 소모는 결정적인 요인인데 processor기반으로는 도저히 low power와 가격 경쟁을 감당할 수 없었기 때문이다. 이러한 유선 시장에서의 실패는 power 소모가 더욱 중요한 이동/무선 응용분야에서 경쟁력 있는 processor의 구현을 추진하는데 매우 부정적인 영향을 끼쳤다고 볼 수 있다.

또한 일부 ASSP(Application Specific Signal processor)들이 개발되고 있지만 base band 모델의 경우 기존의 검증된 IP를 활용하여 설계하는 것이 gate count와 power소모를 줄이면서도 time-to-market에 가장 유리한 선택이기 때문에 적절한 processor가 없는 환경에서 SDR이라는 모험을 선택할 이유가 별로 없는 것이 현실이다.

**Power 소모:** 휴대용 단말기를 구현하는데 있어 battery power의 문제는 90년대 말처럼 critical하지는 않지만 아직도 반드시 고려해야 하는 중요한 요소이다. Moore의 법칙에 의해 단위 면적 당 MIPS가 기하급수적으로 늘어나고 있지만 mA/MIPS의 감소를 살펴보면 크게 줄어들고 있지 않다. 즉 2000년 기준 0.1mW/MIPS 부근에서 정체되어 있으며 2010년이 되어도 크게 줄지 않아 0.01mW/MIPS를 돌파해 가기는 어려울 것으로 보인다.

이러한 증거는 단위면적 당 Power 소모가 계속 증가한다는 중대한 사실을 말해준다. 예를 들어 5년간 10배의 MIPS가 증가했는데 MIPS당 power 소모가 1/5 밖에 줄어들지 않았다면 단위면적 당 Power소모는 2배로 늘어난 것이 된다. Low power design을 위해 device level에서부터

architecture level에 이르기 까지 총력전을 펼쳐서 얻은 결과임에도 총 power 소모량은 SDR을 위해 필요한 MIPS가 늘어나는데 결정적인 발목을 잡고 있는 셈이다.

이러한 power의 증가는 battery 기술의 발전과도 맞물려 있다. 특히 휴대용의 경우 power 소모는 결정적인 bottleneck으로 작용하는데 battery power의 증가 속도는 아주 미약하기 짝이 없다. 지난 200년간 battery용량은 겨우 5-8배 정도 증가한 수준이고 최근 들어 2차 전지의 발달에 힘입어 기올기가 증가했으나 power 소모량의 증가를 따라 잡는 데는 한계가 있다.

**ASIC vs SDR in Multi-mode 단말기:** Software Defined Radio의 기본은 100% software 구현은 아니지만 multi-mode, multi-band를 효과적으로 다루기 위해 flexible한 software control 할 수 있는 구조를 갖춰야 한다. 특히 multi-mode는 서로 다른 RF와 base band 신호처리를 필요로 하는데 SDR에서는 single hardware platform에서 서로 다른 mode를 한꺼번에 처리함으로써 ASIC 구현에 비해 여러 가지 장점을 얻을 수 있다고 주장하고 있다. 그렇다면 서로 다른 mode의 base band 신호처리를 위한 hardware들을 하나의 platform에서 SDR로 처리하는 데 과연 문제가 없는지 살펴보자.

첫 번째로 multi-mode 단말기가 항상 하나의 mode로만 사용될 것이라는 가정에는 모순이 있다. W-CDMA와 802.11a W-LAN를 사용하는 dual mode 단말기의 경우를 생각해 보자. (1) Co-working: W-CDMA를 진화를 하는데 사용하면서 동시에 근처의 AP를 통해 W-LAN을 이용해 인터넷을 검색한다면 이것은 동시에 사용하는 것이다. 이런 환경에서는 어차피 두개의 mode가 동시에 동작해야 한다. Single platform을 사용하는 것이 불가능하다. (2) Inter-working: 음성 서비스를

W-CDMA에서 사용하다가 vertical handover를 거쳐 W-LAN에서 사용한다고 가정해 보자. Soft handover를 위해서는 미리 W-LAN이 초기화 되어 있어야 하며 짧은 순간이나마 두 개의 mode가 동시에 동작해야 한다. 이 경우도 SDR을 이용하여 software를 download를 받는다거나 하나의 platform에서 software를 이용하여 control하는 것이 어려워진다. Inter-working이나 co-working을 하지 않는다고 가정해도 W-LAN은 OFDM, IMT-2000은 CDMA로 전혀 다른 특성을 가진 모뎀을 사용하며, 서로 다른 data bandwidth를 요구하며 RF단에서의 sensitivity도 달라 서로 다른 bit resolution을 요구한다. 앞서 지적한 power 소모 등의 문제를 차치하더라도 하나의 hardware platform이 과연 효과적일지는 의문이 가는 대목이다.

또 다른 예로 IMT-2000 Dual mode 단말기를 고려해 보자. 국내의 경우 동기식 CDMA사업자 중 IMT-2000 사업은 비동기식 사업자로 선정된 경우가 있다. 초창기 W-CDMA 기지국의 구축이 점진적으로 이루어진다고 가정하면, 한시적으로 CDMA-2000 1x와 W-CDMA Dual mode 단말기를 이용하여 W-CDMA 기지국이 없는 지역에서 CDMA-2000 1x 기지국을 이용하여 필요한 서비스를 이용해야 한다. CDMA-2000 1x와 W-CDMA를 위한 dual mode 단말기의 모뎀 구현에 필요한 gate count는 8-9백만 gate에 해당한다. 따라서 엄청난 gate count를 줄이기 위해서는 언뜻 생각해도 SDR로 구현하는 것이 효율적으로 판단될 것이다.

하지만 문제는 간단하지가 않다. 우선 soft handoff를 할 경우 두 개의 모뎀이 동시에 동작되어야 하기 때문에 두 개의 RF, 모뎀이 필요하게 되어 SDR 도입이 어려워진다. 이러한 문제를 해결하기 위해 hard handoff를 한다고 가정해도, 여전히 signaling channel은 두 개의 mode가 동시에 동

작해야 하기 때문에 SDR 도입에 걸림돌이 되는 문제가 완전히 해결되지는 않는다. 오히려 현실적으로는 CDMA-2000 1x와 W-CDMA 모델을 “어떻게 flexible한 hardware architecture를 도입하여, 상기와 같은 문제점들을 피하면서, 공동으로 사용할 수 있는 부분을 공유하여 전체 gate count를 효과적으로 줄일 수 있는가”하는 데 초점이 모아지고 있다.

두 번째로 Power 문제를 고려해야 한다. Gate수가 늘어나면서 발생하는 단위 면적 당 power소모가 문제된다는 것은 이미 앞에서(Power 소모) 밝힌 바 있다. 동일한 공급전압과 동일한 공정의 CMOS에서 ASIC으로 처리할 경우와 processor를 기반으로 처리할 경우의 power 소모량은 엄청난 차이가 있다. 단위 mW당 MIPS를 보면 ASIC은 mW당 100 MOPS 이상, 2V기준으로 DSP는 mW당 3 MOPS에 불과해 10배에서 100배정도의 power 소모 차이가 난다. 예를 들면 ASIC에서는 asynchronous logic등을 이용하여 power 소모를 줄일 수 있으나, processor는 clock을 필요로 하는 synchronous logic을 기반으로 하고 있어 power 소모 차이를 줄이는 것이 근본적으로 어렵다. ASSP를 사용한다 해도 수십 MOPS에 불과해 이러한 MIPS(혹은 MOPS)당 power 소모의 차이가 극복되지 않는다.

먼 훗날 processor를 사용할 때 소비되는 power가 사소해 지는 시기가 왔을 때는 flexibility를 위해 SDR을 사용하게 될 것이다. 예를 들면 processing power가 크게 증가하여 과거 ASIC으로 voice codec을 구현하다가 이제는 DSP를 써서 처리하는 현재의 모습을 상상하면 될 것이다.

세 번째로 ASIC과 processor 기반의 SDR 구조에서 어떤 것이 더 효율적일까? 라는 자명한 문제다. 서로 다른 처리 속도, 서로 다른 메모리 구조, 서로 다른 I/O 구조, 서로 다른 resolution들을 하나로 처리하자면 가장 높은 수준을 요구하는 각각의 기

능을 갖추고 있다가 필요한 air interface에 맞춰 scalable하게 처리해야 한다. 결국은 mission critical한 optimum 구조를 포기해야 한다. 만병통치 약에 가깝다. Flexible한 software control 구조와 dedicated optimum 구조는 서로 공존할 수 없는 요구사항이다. IP reuse, architecture reuse를 통해 time-to-market 및 cost 문제를 풀어가려는 SoC 업계의 움직임을 깊이 생각해 볼 필요가 있다.

**Architecture:** SDR에서는 software download를 통해 memory에 저장되는 multi-mode를 위한 Software 부담을 줄이려는 생각을 하고 있다. 따라서 이상적인 SDR을 구현했다면 power를 켜고 필요한 band, mode, standard에 따라 base band processing, MAC & DLC를 위한 software를 download 받아야 한다. 이때 chicken and egg 문제가 발생한다. Software download를 어떤 air interface를 통해 받을 것이냐의 문제이다.

일본의 우정성 총합연구소(CRL)에서 MIRAI 프로젝트를 수행하면서 차세대 이동/무선 통신 Architecture에 대해 연구하고 있다. 초창기 연구에서 소위 BAN(Basic Access Network)이라는 구조를 제안하여 SDR을 가능하게 하고자 했던 CRL이 최근 들어 BAN architecture를 포기했다는 것은 많은 시사점을 던져준다. BAN 구조를 포기하게 되면 그 대신 Default mode를, 예를 들어 IMT-2000을 선택함으로써 download의 문제를 일부 해결할 수 있겠지만, 예를 들어 미국으로 출장을 갔고 거기에는 CDMA-2000대신 W-CDMA망만이 존재한다면 어떻게 될까?

또 다른 문제는 현재 JSTR에서 취하고 있는 CORBA middleware에 대한 문제이다. Processor provider들과 software provider들이 단 말기의 operating system과 middleware를 놓

고 벌이는 전쟁은 쉽게 끝날 수 있는 간단한 문제가 아니다. 기존의 DSP provider들이 CORBA구조에 대해 외면하고 있는 현실이 이러한 문제들을 대변한다.

Software download나 CORBA middleware와 같은 SDR 관련 움직임을 지켜보고 있노라면 너무 안일하게 “확실적이고 일방적인 풍토의 군용 Radio에서의 가능한 발상”을 상업용 Radio 시장에 적용해 보려는 것이 아닌가 하는 생각이 든다. 전통적으로 미국 IT 업계의 관행은 다양성, 자율성, 차별화 등을 통한 시장에서의 경쟁과 주도권 쟁탈이다. 비효율적으로 보이는 자유 경쟁이 답합에 의한 질서를 물리치고 소비자의 선택을 차지하고 살아 남는 것이 밀립의 법칙이다. SDR이 넘어야 할 가장 큰 문제점은 동일한 architecture를 공유한다는 사회주의적 발상을 자본주의 시장 구조에 어떻게 접목시키는가 하는 기술 외적인 문제가 아닐까 생각된다.

### 3. Summary

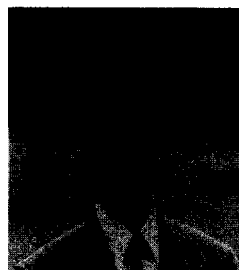
지금까지 SDR을 비판적인 시각으로 검토해 보았다. 하지만 분명한 것은 SDR은 disruptive technology의 가능성을 가지고 있다는 점이다. 현재 domain specific하게 vertical market을 구축하고 있는 구현방식을 horizontal market으로 바꿔 보자는 발상으로 전체적인 기술과 시장의 대세와 일치하기 때문이다.

저자의 관점은 SDR을 technology-driven한 발상으로 “일단 SDR이다” 라고 revolution으로 접근하는 것은 옳지 않다고 보는 것이다. SDR이란 Hype이 Real이 되려면 (1) power 소모, co-working과 같은 기술적인 문제들이 해결되고, (2) SDR 도입을 지연시키는 시장 환경이 개선되어야 하며, (3) software download, middleware나 operating system과 관련된 정치적인 문제들이 해결되어야 한다. 이러한 문제들은 하루 아침에

해결되는 것이 아니기 때문에 market-driven한 관점에서 SDR concept이 기존의 장벽들을 극복할 수 있을 때 하나씩 SDR concept을 채용해가는 evolution으로 접근하는 것이 중요하다고 본다.

앞으로도 Moore의 법칙은 15년에서 20년 가까이 지속될 것으로 전망하고 있다. 이미 Moore의 법칙에 의한 기술발전이 수요를 앞서는 조짐이 나타나고 있는 분야도 있어 남아도는 gate를 어떻게 활용할 것인가에 대해 회사마다 다른 전략을 펴고 있다. 특히 TI가 DSP 기반으로 벌인 다양한 사업전략, Intel이 CPU 기반으로 벌이는 Radio Free 사업 전략은 SDR에 대해 많은 시사점을 던져 준다.

MMITS Forum에서 시작하여 SDR Forum 초창기, 현재의 SDR Forum 까지 SDR의 개념은 시장의 반응에 따라 변해 왔고, 일부 기술들은 더 이상 SDR 이라는 그늘에 머물지 않고 독자적인 기술 군을 형성해 가고 있다. 분명한 것은 SDR 기술은 시장에서의 도전을 바탕으로 끊임없이 변해왔고 앞으로도 변해 갈 것이다. 지금의 비전이 최종적인 것이라고 선불리 판단하고, 시장의 기술 흐름을 아전인수 식으로 해석하고 만병통치 약을 만들려는 시도는 실패를 잉태하고 있는 매우 위험한 발상이다. SDR이 꿈꾸는 세상은 이상향임에 틀림없지만 항상 시장을 주도하는 것은 꿈이 아니라 가격 경쟁력이기 때문이다.



김기호

1976~1980 한양대학교, 전자공학과 학사

1980~1982 KAIST, 전기 및전자 석사 1987~1991 The University of Texas at Austin, ECE 박사

1982~1987 KBS, 기술연

구소 연구원 1991~현재 삼성종합기술원  
현재 I-Networking Lab 연구위원