

# 군사통신에서의 SDR의 현황과 추세

천현수 · 홍대식

연세대학교  
전기/컴퓨터공학과

## 요 약

최근 무선 통신 기술의 발전에 힘입어 Software Defined Radio(SDR) 기술을 적용한 유연성이 높은 다기능 군용 통신 시스템의 구현이 이루어지고 있다. SDR 기술은 기존의 항공기, 차량에서 사용 하던 다양한 방식의 통신 시스템과의 연동을 가능 하게 하고, 미래의 시스템에 대응하는 군용 통신 시스템의 구현에 있어 큰 역할을 수행하게 되리라 예측된다. 이에 본 고에서는 군사통신 시스템을 위 한 SDR 연구로 꼽히는 미 공군의 SPEAKeasy와 DARPA의 GloMo 프로젝트에 관하여 알아보고 향 후 발전 방향을 가늠해 본다.

## Abstract

Software defined radio (SDR) is an emerging communication system technology, which is expected to be a solution for future-proof, flexible and inter-operable wireless services in military communications. In this paper, we investigate two major SDR research projects for military applications, SPEAKeasy and GloMo. We also provide the perspective of the future military SDR research.

## I. 서 론

군사작전을 수행하는데 있어서 군 장비의 기술 수준은 군사작전의 성패를 가늠하는 중요한 요소

가 된다. 군사작전과 관련된 최근 국내외의 몇 가지 사건들은 이러한 사실을 말해주는 좋은 본보기 가 되었다. 특히 정보의 수집 및 배분과 관련된 통신 시스템의 성능은 군사작전을 손쉽게 풀어나갈 수 있는 열쇠로서 그 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다. 그러나 군용 시스템은 제작 되어질 당시의 최첨단 기술을 사용한다고 하더라도 실전 배치가 될 때에는 그러한 기술 수준을 유지하기 어려워진다는 단점을 가지고 있다. 최근의 정보통신 기술의 엄청난 기술 발전을 감안하면 이러한 격차는 갈수록 심화되어갈 것이다. 이러한 현실을 극복하기 위한 방안으로서의 군 통신 시스템의 전반적인 개선을 위한 연구들이 현재 이루어지고 있는데, 미국의 DARPA(Defense Advanced Research Project Agency)의 GloMo, 미 공군의 SPEAKeasy가 바로 그 좋은 예이다.

미국은 다양한 작전 수행 경험을 통하여 얻어진 여러 가지 경험을 통하여 군사 통신 시스템의 발전 모델을 정립하고 이를 해결하기 위한 방안을 다각도로 연구하게 되었는데, 이러한 노력이 구체화된 형태가 바로 그것이다. 군 통신 시스템이 배치될 환경에 대한 적응력이 우수하고 유지 보수가 저렴하며 기술 변화에 민첩하게 대처하기 위한 방법으로서 다음과 같은 요구 사항을 만족하는 시스템의 실현을 목표로 하게 되었다<sup>[5]</sup>.

- Modular: 시스템은 여러 개의 모듈에 의하여 구현되어야 한다.
- Network: 다양한 방식의 지상 망과의 연결이 가능해야 한다.

- Multifunctional: 멀티미디어 정보를 처리할 수 있어야 한다.
- Inter-operability: 통신 방식이 서로 다른 장비들과의 상호 연동이 이루어져야 한다.

이러한 특성을 만족하는 시스템의 구현을 위하여, 통신 시스템은 높은 수준의 유연성과 최신의 기술을 이용하기 위한 COTS(Commercial Off The Shelf) 모듈을 사용할 수 있는 모듈러 아키텍처를 취하게 되었는데, 이것은 바로 Software Defined Radio 아키텍처의 핵심 개념이 되었다. SDR 기술은 이러한 군사적인 필요성에 의하여 연구되어 현재는 상업용 통신 시스템으로의 적용 방안이 활발히 연구되어지고 있다<sup>[7]</sup>. 군사 통신을 위한 SDR 기술의 연구 현황을 알아보고, 향후 발전 방향을 가능하려 한다.

## II. 미 공군의 SPEAKeasy

### 2-1 연구 배경 및 목적

군사 작전에 있어서 무선 통신 기술은 군 작전의 이동성을 부여하는 핵심 기술로서, 대부분의 군 통신 시스템이 무선 통신에 의존하게 된다. 미군은 작전 수행에 따라 다소 자율적으로 개발한 수많은 통신 장비들을 보유하고 있는데, 이들 시스템의 대부분은 전혀 호환되지 않는다. 공공 서비스 및 비상 사태 대처를 위한 시 정부 조직들에서도 마찬가지로 호환성이 없는 다양한 통신 시스템들을 사용하는 이유로 이들을 연동하여 사용할 수 없다는 문제점을 가지고 있다. 또한 호환성을 높이기 위하여 전반적으로 군용 통신 장비들을 개선하기 위해서는 엄청나게 많은 비용이 필요하게 되므로 현재 사용중인 통신 시스템들과의 높은 호환성을 가지면서도 미래에 등장하게 될 시스템에 적응할 수

있는 미래 대처형 군용 통신 시스템의 구현을 고려하게 되었다.

1970년 말, 미 공군은 통합적인 의미를 갖는 군용 통신 시스템 구현을 위해 ICNIA(Integrated Communications, Navigation, Identification, and Avionics system)으로 알려진 연구를 수행하였다. 이것은 DSP 개념을 사용한 프로그래머블 모뎀의 시초로서, 이전의 기술로는 독립화된 여러 개의 모듈을 연결해야 가능했던 일이었다. 이후 20년간 이와 관련된 전반적인 기술이 현저하게 발전함에 따라, 보다 뛰어나고 다양한 성능을 갖는 군 통신 시스템 개발을 위한 프로젝트가 이루어지게 되었다. 그 중 대표적인 것이 미 공군 Rome 연구소 관할 하에 수행되었던 SPEAKeasy 프로젝트로서, 이를 가능하게 한 기술들은 다음과 같이 요약된다.

- DSP 기술의 향상
- ADC의 변환 속도/정확도의 증가
- 암호화기술, 멀티미디어 데이터 처리기술, 네트워크 기술, 이용자 인터페이스 기술

### 2-2 시스템 아키텍처 및 시연시스템 소개

#### 2-2-1 프로젝트 제 1기

1990년 초반, 미 공군은 지휘, 통제, 통신 그리고 컴퓨터 체계에 대한 새로운 접근 방식을 시도하였는데, 이것은 지상군 및 해군과의 합동작전을 위한 통합화 작업을 추진하기 위해서였다. 그 배경으로는 군에서 사용하는 수많은 통신 장비들의 동작환경 및 표준이 모두 저마다 다르기 때문에, 공군, 지상군, 그리고 해군이 합동작전을 수행하는 과정에서 통신 시스템간의 상호 연동(Inter-operation)이 쉽지 않았다는 것을 지적할 수 있다. 또한 공공 서비스 및 비상사태에 대한 긴급 조치에 있어서도 긴급 서비스를 위한 통신 시스템들의 상호 연동이

연방, 주, 시 정부 차원에서 제대로 이루어지지 않았다는 문제점이 지적되어왔다.

이와는 별개로, 통신 시스템 기술의 눈부신 성장은 군의 기 보유 장비가 실전에 배치될 시기에는 그 시기의 기술과는 동떨어지게 된다는 것이고, 이 장비들이 모두 향상된 기능을 갖도록 보수하는 데는 엄청난 비용이 소모되는 단점을 갖는다는 점이 지적되었다. 결국, 군이 보유하고 있는 통신 시스템을 효과적인 비용으로 개선하기 위한 하나의 방안으로서, 제품의 개선 방향을 미리 계획하여 제작하는 미래 대비형 시스템, 바로 SDR의 개념을 도입하게 된 것이다.

미 공군은 1989년에 ICNIA 프로젝트를 완료하고, 전술적 재밍 방지, 프로그래머블 신호처리기(TAJPSP: Tactical Anti-Jam Programmable Signal Processor) 프로젝트를 진행시켰다. 이 프로젝트의 목적은 모듈화되고, 재 프로그래밍 가능한 모뎀을 개발하는 것이었다. 군사적 용도의 재밍방지(AJ: Anti-Jam), 낮은 도청 확률(LPI: Low Probability of Intercept)을 갖는 웨이브 폼을 처리할 수 있도록, 웨이브 폼의 재프로그래밍이 가능한 모뎀 - 다시 말해 소프트웨어에 의하여 재정의가 가능한 플랫폼-의 필요성이 인식되었기 때문이다. TAJPSP 프로젝트는 시연 서비스를 목적으로 하였으며 시스템의 목적에 부합되는 이름인 "SPEAK-easy"로 불리워졌다. 보다 구체적으로 SPEAKeasy 프로젝트의 주 목적은 모듈화되며, 재프로그래밍이 가능하고, 개방형 아키텍처의 모뎀을 개발하는 것이고, 그 두 번째 목적은 군사적 목적으로 설계되는 새로운 파형을 다양하게 수신할 수 있는 범용의 소프트웨어 아키텍처를 개발하는 것이었다. SPEAKeasy는 ICNIA 프로젝트의 기술을 사용했으나, 전술에 유리한 보안 체계를 갖추고 보다 향상된 DSP(TMS320C40)를 사용하였다.

제1기 프로젝트에 조사된 기술은 궁극적인 군용

통신 장비 개발을 위한 필수 기술로서, 이 기술들은 다음과 같이 요약된다.

- 고속 fourier 변환(FFT)
- 빠른 변환속도와 높은 dynamic range를 갖는 아날로그-디지털 변환기
- 4개의 DSP(TMS320C40) 로 구성된 모듈
- 넓은 범위를 갖는 RF 변복조
- CYPRIS라 명명된 40 MHz RISC 프로세서를 기반으로 한 프로그램 가능한 정보 보안(IN-FOSEC: Information Security) 모듈 아키텍처

제1기 프로젝트는 1992년에서 1995년까지 TRW와 Hazeltine에 의하여 수행되었는데, 대부분의 하드웨어는 TRW에서, 그리고 소프트웨어는 Hazeltine에서 구현하였다. 제1기 시스템은 고속 주파수 도약 주파수 확산 방식과 의사 잡음 주파수 확산 파형을 수신할 수 있는 4채널의 광대역 시스템으로 설계되어 군사용도의 HF, VHF, UHF 주파수에서 모두 동작이 가능하다. RF에서는 2 MHz에서 2 GHz를 넘나드는 넓은 주파수 밴드에서 동작하는 단일 RF 모듈의 제작이 불가능했으므로, 3개의 RF 주파수 밴드를 사용하는 기술을 사용하여 제작되었다. 또한 FFT를 기반으로 한 광대역 웨이브폼 처리는 불완전했으며, 사용하기 편리하도록 제작하려는 목적은 달성하지 못하였다. 그러나, 서로 다른 군용 통신 방식간의 상호 연동 기능 및 프로그램 가능한 모뎀 개발의 목표는 달성하였다.

## 2-2-2 프로젝트 제2기

프로젝트 제1기에 이어, 1995년부터 4년간의 제2기 프로젝트가 진행되었다. 제2기 프로젝트의 목적은 개방형, 모듈화된, 재프로그래밍이 가능한 아키텍처의 형태로, 사용자의 입력부터 RF 출력까지의

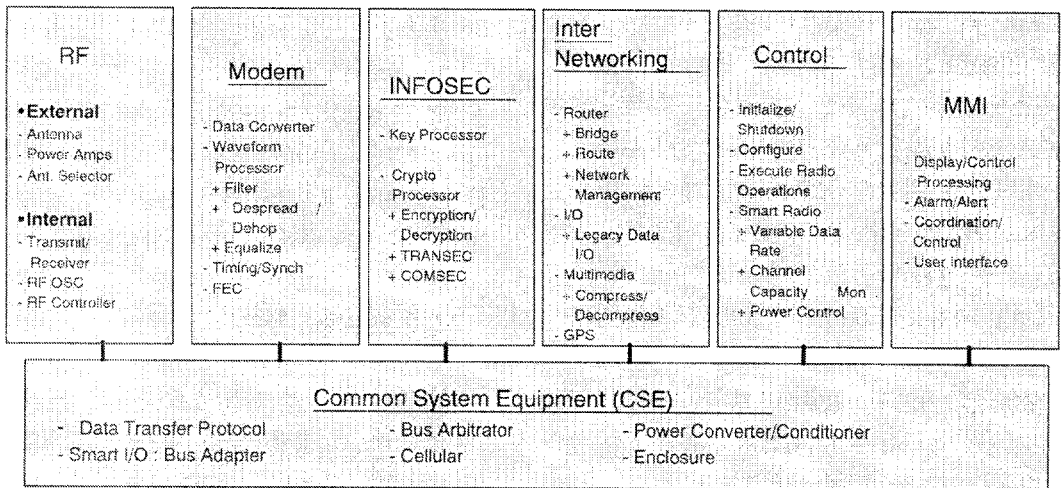
전 시스템 부분을 개발하자는 것이었다. 시스템의 유지 비용을 낮추기 위하여, 제 2기 프로젝트의 설계는 산업계에서 유통되는 부품들, 다시 말해 commercial off-the-shelf(COTS) 모듈을 사용할 수 있게 하고, 산업계의 표준을 채택하자는 것에 중점을 두었다. 이전의 기능 외에 다양한 형태의 입출력 장치를 마련하고, 인터넷이 가능하며, 보안 서비스를 위한 재프로그래밍이 가능하고, 프로그램이 가능한 광대역 모듈, 그리고 2MHz에서 2GHz 대역에 이르는 연속적인 주파수 대역을 2 watt 출력으로 사용할 수 있는 기능들을 포함하게 된다.

프로젝트의 주 수행 업체로 지정된 모토롤라는 제 2기 프로젝트를 위한 광대역 RF 송수신기를 설계하였다. 이 RF 송수신기는 호모다인 구조를 채택하여 IF 변환에서 발생하는 intermodulation 왜곡을 줄이고 있으며, FPGA를 추가한 TMS320C40 DSP 모듈을 사용하였다. 프로젝트의 초반기에는 암호화를 위한 CYPRIS INFOSEC 모듈의 지속적인 사용을 고려하였으나, CYPRIS의 context switching에 따른 delay가 향상된 웨이브 폼에 대해서는 처리가 불가능해졌다. 이를 해결하기 위하여 AIM(Advan-

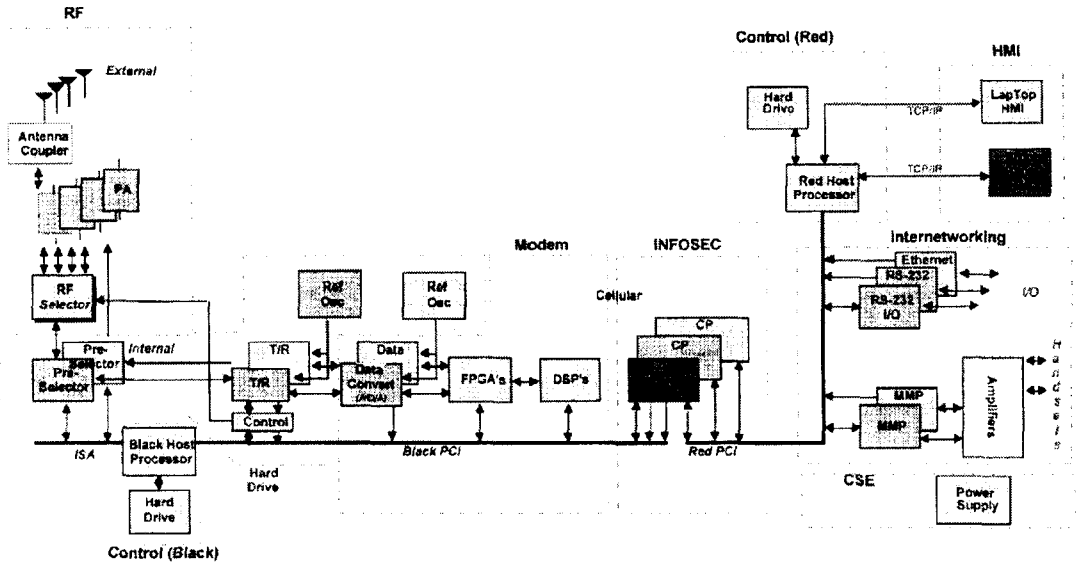
ced INFOSEC Module)이라 불리는 CYPRIS와 함께 100 MHz 클럭으로 동작하는 3개의 개별적인 32비트 RISC를 장착한 모듈을 사용하였다.

프로젝트 제2기의 시연 시스템들은 70%가 COTS 모듈로 만들어졌다. 또한 산업계 표준인 PCI 버스를 사용하고 사용자 인터페이스로 Windows 95로 운영되는 팜탑 컴퓨터를 탑재하였다. 이들은 20~400 MHz의 3가지 주파수 대역(HF, VHF, UHF)에서 동작한다. 다음의 [그림 1]은 SPEAKeasy Phase-II 시스템의 개략적인 아키텍처를 나타나고 있다. 각각의 블록은 모듈화된 시스템 아키텍처상의 하나의 모듈에 해당하고, 이들의 연결통로는 정보의 흐름에 따라 개별적인 PCI 버스, 그리고 ISA 버스로 구현되었다. 이 아키텍처 모델은 현재의 SDR 포럼에서 제시하는 기준 모델의 원형으로서, 군용 시스템이 아닌 상용 시스템으로 구현시의 적용사항이 반영된 형태로 이루어져 있다.

이러한 시스템 아키텍처는 [그림 2]와 같은 하드웨어의 형태로 구현되어지는데, 구현된 시스템은 범용 IBM 호환 기종을 기반으로 하여 PCI 호환 COTS 모듈 및 커스텀 모듈로 이루어지게 된다.



[그림 1] SPEAKeasy Phase-II의 System Architecture.



[그림 2] SPEAKeasy Phase-II 의 블록 다이어그램

각각의 모듈들은 개별적인 2개의 PCI 버스를 통해 연결되는데, 이 2개의 버스는 보안을 위하여 키 처리기(KP: Key Processor)와 암호화 처리기(CP: Crypto Processor)들에 의하여 연결된다. 외장 RF 부는 RF 신호를 송수신하는데, 다중 대역을 지원하기 위하여 여러 개의 세트로 구성되고 사용 환경에 따라 스위칭 되어지도록 설계되어 있다. 또한 디지털 신호의 변복조 및 아날로그 신호로의 변환은 송수신(T/R) 모듈, 데이터 변환 모듈(A/D/A), FPGA와 DSP 모듈의 연결 체인에서 이루어진다. 이 연결 체인은 반 이중(Half-duplex) 방식으로 연결되어 있어서 결과적으로는 2개의 채널에 대하여 전 이중(Full-duplex) 동작이 이루어진다.

시스템은 범용 IBM 호환 마더보드와 PCI 카드로 구현되어지므로 기본적으로 IBM PC가 제공하는 다양한 형태의 I/O를 지원하며 범용의 ethernet 카드를 설치하여 인터넷과의 연결이 가능하다. 또한 윈도우즈 95를 기반으로 한 유저 인터페이스가 구현되고 I/O 포트를 이용한 원격 제어가 가능하다.

도록 구현되었다. SPEAKeasy Phase-I, II에서 구현된 시스템의 사양을 정리하면 <표 1>과 같다.

### 2-3 앞으로의 개발 전망

SPEAKeasy 프로젝트는 가장 성공적인 SDR 프로젝트로서, SDR 기술이 실현 가능성을 입증하였고, 총 2기에 걸친 연구를 통하여 실전 배치가 가능한 제품이 개발되어진 상태이다. 그러나 해결하지 못한 다음과 같은 기술적인 문제점들이 지적되었다.

- 상호 연동성(Inter-operability)
  - 보다 많은 웨이브 폼과 보다 넓은 주파수대역, 보다 많은 프로토콜을 지원
- 유연성(flexibility)
  - 더욱 효율적인 개방형, 모듈 지향 아키텍처
  - 소프트웨어 재프로그래밍성
- 유지성(maintainability)
  - 집적된 소프트웨어 지원 환경

〈표 1〉 SPEAKeasy Phase-I, II의 하드웨어 사양

SPEAKeasy	Phase I	Phase II, Model Year 1 ADM
지원 가능 웨이브 폼	AM FM HF: VHF: SINGGARS** UHF: HQ I & II*  AM의 음성 웨이브폼에 대해 상호 연동 가능	HF: VHF: SINGGARS UHF: HQ I & II UHF: SATCOM(25 kHz non-DAMA) GPS  음성 신호에 대해 각 모드간 상호 연동 가능
RF	별도의 RF 시스템 출력: 1 mili-Watt (0 dBm) 주파수: 4MHz-400 MHz* * RF 증폭기에 의해 제한됨	집적 RF 시스템 출력: 2 Watts (33 dBm) 주파수: 4MHz-450 MHz
인터넷	불가능	IEEE 802.3 이더넷 카드를 통한 4개의 프로토콜 제공
유저 인터페이스	X-windows. GUI: 모듈화 되어 있지 않으며 원격 장치 없음	Windows 95 기반 객체 지향형 모듈화된 GUI 팜탑 디스플레이, 스타일러스 마우스로 구성된 원격 장치 탑재
INFOSEC	CYPRIS 장착 안됨, 별도 ASIC에 의해 지원	AIM (CYPRIS, RISCs * 3)
모뎀	SPEAKeasy를 위해 제작된 TMS320C40 4개가 집적된 단일 칩	2개의 TMS320C44 + FPGA 모듈 (COTS)
I/O	음성만 가능	음성 및 데이터(RS232C, IEEE 802.3)
전력 소비	3300 watts	420 watts
전송 버스	VME + 별도 제작된 고속 데이터 버스	PCI, ISA

(주: \*HQ: Have Quick 항공기, 선박용 주파수 도약 통신 방식, \*\*SINGGARS: Single Channel Ground Air Radio System)

- 웨이브 폼 컴파일러

상기에 지적된 문제점들은 소자 기술의 발전은 물론 더 나은 API(Applications Programmers Interface)가 개발됨에 따라 극복되어질 것이다. 또한 현재 다각도로 추진되고 있는 SDR 기술은 다중 프로세서를 통해 다중 대역 신호의 처리를 가능하게 할 수 있게 될 것이고, 이러한 하드웨어는 응용 소프트웨어의 교체에 따라 다양한 웨이브 폼의 처

리를 가능하게 할 것이다. 향후 군용 통신 시스템과 상업용 통신 시스템의 요구 사항도 부품 및 설계 기술의 발전에 따라 COTS 수준에서 만족하게 될 것이다. 또한 특수한 작전 수행에 필요한 비표준 하드웨어의 경우에도 개방형 아키텍처를 사용함으로써, 기존의 소프트웨어를 재 사용하거나 작전 수행에 따른 별도의 응용 소프트웨어를 제작 사용할 수 있게 될 것이다.

### III. DARPA GloMo

#### 3-1 GloMo 프로젝트의 연구 배경 및 목적

##### 3-3-1 연구 배경 및 목적

군용 통신 시스템의 대부분은 무선 환경에서 동작하고 다양한 방식의 변복조 방식과 프로토콜을 사용하므로 신뢰도 및 호환성이 떨어진다는 문제점이 지적되어 왔다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 미 육/해/공군은 그 동안 통신 시스템 개선을 위한 다각적인 노력을 기울여 왔는데, 최근의 이동 통신 및 네트워크 기술의 괄목할 만한 연구 성과들을 군사 방위 체계를 위한 전반적인 통신 시스템에 적용한 전반적인 개선 작업의 필요성이 대두되기 시작하였다. 보다 적극적으로, 현재의 기술을 더욱 발전시켜 군사적인 용도와 상업적인 용도로 동시에 적용이 가능하도록 DARPA의 주도하의 프로젝트로 진행시키게 되었다.

DARPA는 미국의 장기적 방위 시스템 구축을 위한 필요에 의하여 기술적인 바탕을 마련하기 위한 중요한 임무를 수행해 왔는데, 미국방성을 위한 여러 가지 기술 개발 프로젝트의 방향을 제시하고 지원하여, 특히 군 작전 수행을 위한 위협부담이 큰 기술 개발 연구를 중점적으로 지원해 왔다. 또한 DARPA는 미국의 기술 우위를 유지하고, 잠재적인 적대국에 의하여 은밀히 이루어지는 기술 개발을 방어하는 임무를 맡아, 결과적으로는 DARPA의 임무 수행을 통하여 정상적인 수준의 기술 개발을 뛰어넘는 엄청난 과급 효과를 가져오는 혁신적이며 때로는 다분히 모험적인 연구 아이디어를 제공해 왔다.

이러한 DARPA의 임무의 일환으로써, 발전된 무선 통신 및 네트워크 기술을 군용 통신 시스템에 적용하여 군사 방위 체제의 효율성을 꾀하기 위해,

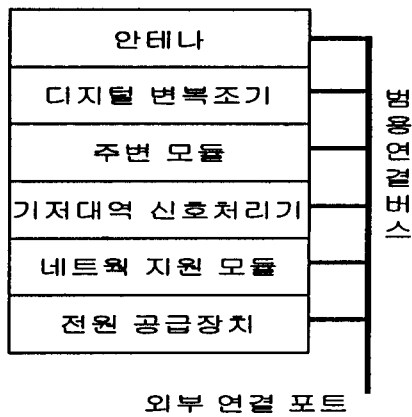
1994년에 GloMo(Global Mobile Information Systems) 프로그램이 가동되었다. GloMo 프로그램은 DARPA가 수행해오던 여러 가지 프로그램들 중의 일부를 통합하여 수행되는데 그 주요 목표는 다음과 같이 요약된다.

- 집적된 무선 네트워크 환경을 설계하기 위한 토폴로지와 언어 등을 포함하는 개발 환경을 마련
- 저전력 기술을 도입한 모듈화된 개방 아키텍처를 사용하는 다목적 무선 노드(untethered wireless nodes)를 통해 적응성이 높고 확장이 가능한 집적 무선 네트워크를 구현
- 군사적 용도와 자연재해와 같은 비상사태 대처를 위한 자체 재설정이 가능한 네트워크 기술
- 능동적으로 사용 대역폭과 연결을 변화시킬 수 있는 네트워크 서비스
- 이동 장비들을 통하여 이루어지는 분산 컴퓨팅 서비스

이러한 목표를 수행하기 위하여 GloMo는 설계 인프라스트럭처(design Infrastructure), 무선 네트워크(wireless network), 노드간 네트워크(end-to-end networking), 다목적 무선 노드로 연구를 세분화하여 진행하고 있는데, 이들 중 SDR과 연관된 연구는 다목적 무선 노드와 관련된 분야로서, 그 근본 목적은 SPEAKeasy에서 얻어진 성과를 바탕으로 하여 저전력 기술은 물론 최근의 멀티미디어 기술을 도입한 SDR 기술을 통한 다목적 무선 단말기를 구현하는 것이다.

##### 3-2 시스템 아키텍처

GloMo 프로젝트에서 SDR 기술을 적용하는 다목적 무선 노드의 시스템 아키텍처와 이 때 요구되는 시스템 특성은 다음의 [그림 3]으로 요약할 수 있다. 기본적인 형태와 요구되는 시스템 특성은 기



- 요구되는 시스템의 특성**
- 소형화된 COTS 모듈로 구성
  - 고집적, 재정의가 가능한 다기능 모듈
  - 다양한 waveform을 지원
  - 확장이 용이
  - 우수한 전력/대역폭 효율
  - 표준화된 API, 버스, 포트를 지원
  - 정형화된 구성 요소 지원 (PCMCIA)
  - 다중 모드, 다기능
  - 소프트웨어에 의한 프로그램 가능
  - 위치 파악이 가능
  - 뛰어난 보안성
  - 가능한 최소의 가격
  - fault-tolerant

[그림 3] 다목적 노드 - 요구되는 특징

존의 SPEAKeasy의 아키텍처와 동일하며, 이것은 DARPA에서 진행되어지는 PMCS(Programmable Modular Communication Systems) 프로젝트의 시스템 아키텍처와도 동일하다.

GloMo 프로젝트는 미국 유수의 대학과 정보통신 관련 업체들을 통하여 연구가 수행되어지고 있는데, 이 중 SDR과 관련된 다목적 무선 노드에 관한 연구 중 대표적인 것으로서는 MIT(Massachusetts Institute of Technology)의 SpectrumWare<sup>[8]</sup>와 Virginia Tech. MPRG의 SDR 연구 그룹을 꼽을 수 있다.

### 3-2-1 MIT SDS Lab. "SpectrumWare"

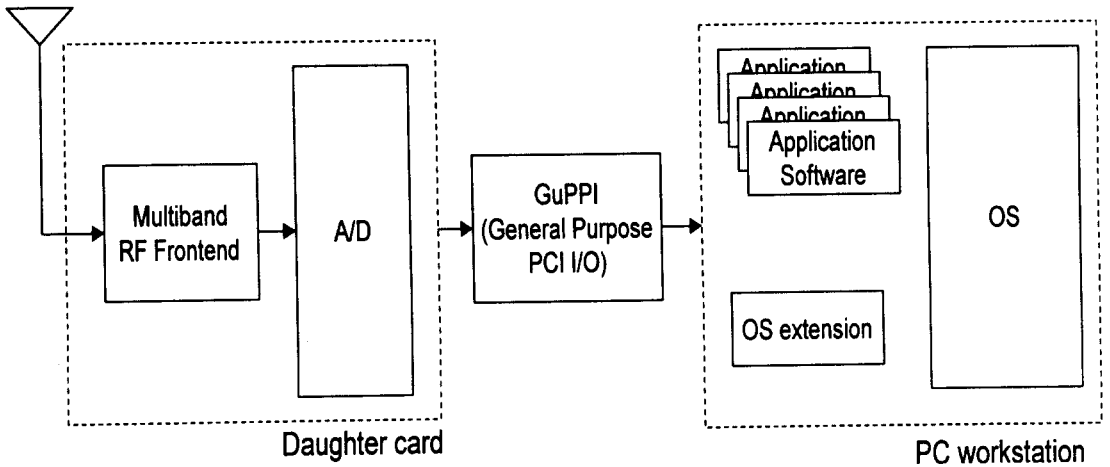
1996년부터 수행해 온 MIT의 SpectrumWare 프로젝트는 소프트웨어를 기반으로 하여 무선 통신과 디지털 신호처리를 수행하는 단말기의 구현하는 것을 목표로 하고 있는데, 기존의 통신 시스템을 소프트웨어로 구현할 뿐만 아니라, 디지털 신호 처리기와 네트워크 자원을 이용한 가상의 분산 시스템을 이용함으로써 신호와 데이터 처리 한계를 극복하려는 시도를 하고 있다.

다음의 [그림 4]는 SpectrumWare의 개략적인 블록 다이어그램을 나타내고 있다. 안테나로부터 수신된 RF 혹은 낮은 주파수 대역으로 변환된 RF 신호를 디지털 신호로 변환하여 이것을 범용 PC workstation을 통해 처리하게 함으로써, 소프트웨어 개발 기간을 단축시키고 소프트웨어의 교체와 유지를 간편화할 수 있도록 한다. 또한 디지털로 변환된 신호를 네트워크 인터페이스를 통해 다수의 컴퓨터와 연결시킴으로써, 신호처리에 필요한 막대한 계산량을 분담시킴으로써 다수 사용자의 신호를 처리할 수 있게 된다.

### 3-2-2 Virginia Tech. MPRG

Virginia Tech.에서는 현재 2기에 걸쳐, SDR 기술에 디지털 통신 분야의 최근의 연구 결과를 적용하여 고용량 적응 무선 통신 시스템 개발에 관한 연구를 진행하고 있다. 기본적으로 CDMA 기반 통신 시스템에 대하여 DSP를 기반으로 하여 재프로그램이 가능한 아키텍처를 채택하고 있다. 이미 수행된 제 1기 프로젝트에서는 SDR 기술을 기반으로 지역적인 전파전파 특성 예측, 적응 배열 안테나,





[그림 4] SpectrumWare의 블록 다이어그램

적응 간섭 신호 제거 기법을 적용한 CDMA 기지국과 단말기 시스템을 구현하는 프로젝트를 수행하였다.

현재의 2기 프로젝트에서는 기존의 하드웨어 시스템으로는 가능하지 못했던 배열 안테나와 간섭 제거 기술을 적용시킴으로써 작은 링크 마진을 유지하면서도 장거리 통신이 가능한 단말기 구현에 관한 연구를 진행하고 있다. SDR의 유연성을 통해 다중 대역과 다중 네트워크를 지원하고, 환경에 따라 코드율을 변화시키는 등의 적응성 높은 신호 처리 알고리즘을 적용하여 실전 배치에 용이하며 적대적인 환경에 대응할 수 있도록 한다. 또한 시스템 측면에서는 신호 처리 연산에 따라 일부의 하드웨어를 재구성하는 아키텍처를 채택함으로써 현재 SDR 구현에 있어서 지적되는 복잡하고 과도한 계산량과 전력 소비 문제를 극복하려는 노력을 기울이고 있다.

#### IV. 결 론

이상으로 군용 통신 시스템을 위한 SDR의 개발

현황을 알아보고 향후 개발 전망을 가늠해 보았다. 지금까지의 내용을 종합하면 DARPA의 GloMo, 미 공군의 SPEAKeasy로 종합되는 군용 통신 시스템의 개선화 연구 프로젝트는 모듈화된 시스템 아키텍처를 취하며, 다중 모드, 다기능, 다양한 네트워크 연결이 가능한 형태의 시스템을 지향하고 있으며, 이러한 요구를 만족시키기 위해 SDR 기술을 적용하고 있다. 또한 기존의 SDR 기술과 네트워크 기술을 적절히 이용하여 단일 시스템이 갖는 처리 한계를 극복하려는 시도를 함으로써 궁극적으로는 다양한 환경에서도 주파수 자원을 가장 효율적으로 이용하고 최적의 시스템 성능을 얻으려는 시도가 이루어지고 있다. 군용 통신 시스템의 현대화를 위하여 다각적으로 추진되는 학계와 산업계의 이러한 연구 결과는 상용 통신 시스템 기술 개발로 반영되어 무선 통신 시스템 기술의 또 다른 나아갈 길을 제시하게 될 것이다.

이러한 연구 추세에 맞추어, SDR 기술 전반에 걸친 연구와 함께 미군과 공조체제에 있는 우리군의 실정에서 문제를 일으키고 있는 미군 통신 장비들과의 상호 연동성을 개선하는 군사 통신을

위한 SDR 기술 개발 연구도 고려되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

[1] J. Mitola, "The Software Radio Architecture," *IEEE Communications Mag.*, pp. 26-38, May, 1995.

[2] R. J. Lackey and D. W. Upmal, "Speakeasy : The Military Software Radio," *IEEE Communications Mag.*, May, 1995.

[3] P. G. Cook, and Wayne Bonser, Architectural Overview of the SPEAKeasy System, *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 17, no. 4, Apr., 1999.

[4] US Air Force Rome Laboratory, <http://www.af.mil/rl>

[5] B. M. Leiner, and et al., Goals and Challenges of the DARPA GloMo Program, *IEEE Personal Communications*, Dec., 1996.

[6] DARPA: Global Mobile Infosystems, <http://www.ito.darpa.mil/ResearchAreas/-GloMo.html>

[7] PMCS, "Programmable Modular Communication System Guidance Document: revision 2", *PMCS*, July, 1997.

[8] MIT SDS Lab, SpectrumWare, <http://tns-www.lcs.mit.edu/SpectrumWare/home.html>

[9] Jeffrey H. Reed, Virginia Tech./MPRG, "High Capacity Adaptive Wireless Receiver with Reconfigurable Computer Architecture," <http://www.mprg.ee.vt.edu/research/-glomom/index.html>

### ≡필자소개≡

#### 천 현 수

1996년: 연세대학교 전자공학과(공학사)  
1998년: 연세대학교 전자공학과(공학석사)  
1999년~현재: 연세대학교 전자공학과 박사과정  
[주 관심분야] 이동통신, 신호처리

#### 홍 대 식

1983년: 연세대학교 전자공학과(공학사)  
1985년: 연세대학교 전자공학과(공학석사)  
1990년: Purdue Univ. 전기공학과(공학박사)  
1991년~현재: 연세대학교 전기·컴퓨터공학과 교수  
[주 관심분야] 이동통신, 비선형신호처리, 신경회로망