

소프트웨어 라디오 방식의 무선전화기 및 워키토키 이중 모드 시스템의 구현

성민영^{1*}

Design and Implementation of Dual-Mode Cordless Phone and walkie-Talky System: A Software Radio Approach

Min-Young Sung^{1*}

요약 범용 컴퓨팅 기반 SDR (Software Defined Radio) 시스템은 높은 개발 효율성, 소프트웨어 호환성, 범용 프로세서 사용에 따른 가격대비 성능의 혜택 등의 장점을 갖는다. 본 논문은 인텔 펜티엄 프로세서 및 리눅스로 운용되는 범용 컴퓨팅 플랫폼에서 동작하는 SDR 방식의 무선전화기 겸 워키토키 시스템의 설계 및 구현을 다룬다. 이를 위해 RF 전단부 하드웨어를 개발하여 오픈 소스로 진행 중인 GNU radio 미들웨어와 연동되도록 하였으며 그 위에 변조/복조 소프트웨어 모듈을 개발하였다. 실험 결과, 기존 900 MHz 상용 무선전화기와 호환되며 동시에 FM 워키토키를 지원하는 범용 컴퓨팅 플랫폼 기반 SDR 소프트웨어를 성공적으로 운용할 수 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 런타임 소프트웨어 재구성 지원, TCP/IP 통신 프로토콜과의 효율적인 연동 등은 향후 개선을 위한 연구가 이루어져야 할 것으로 파악되었다.

Abstract An SDR (Software Defined Radio) system based on general purpose computing platform has benefits of ease of software development process, high degree of software compatibility, and cost-effectiveness of general purpose processors. This paper discusses design and implementation of a dual-mode SDR system that supports both cordless phone and walkie-talky system running on Linux-based general purpose computing platform. For this purpose, we designed modulation and demodulation software on open source-based GNU radio middleware. We also designed a customized RF front-end hardware which performs frequency conversion between RF and IF. The proposed SDR system successfully exhibited its ability to operate both cordless phone and walkie-talky communication on Intel processor-based general purpose computing platform. But experience with the prototype SDR system shows that further research is required for run-time software reconfiguration and efficient integration with conventional TCP/IP protocol stacks.

Key Words : Software defined radio, cordless phone, GNU radio, software radio

1. 서론

무선 통신 시스템은 전형적으로 특정 주파수 대역에 대해 특정 부호화 및 변복조 기술을 이용하도록 설계되어 있다. 이는 다양한 무선 통신 기술 간의 비호환성 문제를 야기하고 있다. 즉, CDMA (Code Division Multiple Access) 방식의 무선 시스템은 GSM (Global System for Mobile communications)을 이용하는 지역에서는 사용할 수 없다. 또, 새로운 변복조 기술 표준을 활용하기 위해

서는 반드시 하드웨어의 교체가 수반되어야 한다. 특히, 최근 들어 새로운 통신 표준이 계속 등장하고, 주파수 대역과 변조 방식이 다양화됨에 따라 기존 통신 구현 방식은 여러 측면에서 비효율성을 낳고 있다.

SDR (Software Defined Radio) 은 하나의 개방형 플랫폼 상에서 모듈화된 소프트웨어의 변경만으로 다수의 무선통신 규격을 통합 수용하기 위한 무선 접속 기반 기술이다 [1,2]. SDR 시스템은 방대한 계산량을 갖기 때문에 이를 위한 전용 프로세서에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만, 한편으로는 기존 범용 프로세서 기반 컴퓨팅 플랫폼을 이용하는 방법도 연구되고 있다

¹상명대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수

*교신저자: 성민영(mysung@smu.ac.kr)

[3,4,5]. 범용 컴퓨팅 기반 SDR 시스템은 여러 가지 장점을 갖는다. 우선, Moore의 법칙에 따른 혜택을 받을 수 있다. 즉, 급속도로 발전하는 범용 프로세서의 가격 대비 성능상의 혜택을 누릴 수 있다. 또한, 다양한 편리한 개발 환경이 존재하므로 개발의 효율성이 증대된다. 특히, 많은 종류의 프로세서가 사용되고 있는 DSP (Digital Signal Processing) 기반 플랫폼에 비해 높은 소프트웨어 호환성을 가진다. 또, TCP/IP 등의 표준 네트워크 프로토콜과의 연동이 용이하며, 사용자 인터페이스 구성이 용이하다는 점을 장점으로 들 수 있다.

본 연구의 목적은 이러한 범용 컴퓨팅 기반 SDR 시스템을 구현함에 있어서의 문제점 및 향후 연구 방향을 정립하는 것이다. 이를 위해, Linux로 운영되는 PC 상에서 동작하는 900 MHz 대역 무선 전화기 (cordless phone)의 핸드셋 기능과 FM 워키토키 기능을 모두 지원하는 SDR 방식의 통신 시스템을 구현하고 그 성능을 평가하였다. RF 신호와 IF 신호간의 변환을 제외한 베이스밴드 처리, 프로토콜 처리 등 대부분의 통신 기능이 CPU에 의해 이루어지는 소프트웨어 라디오 방식을 취하도록 하여 무선전화 및 워키토키를 동시에 지원할 수 있도록 하였다.

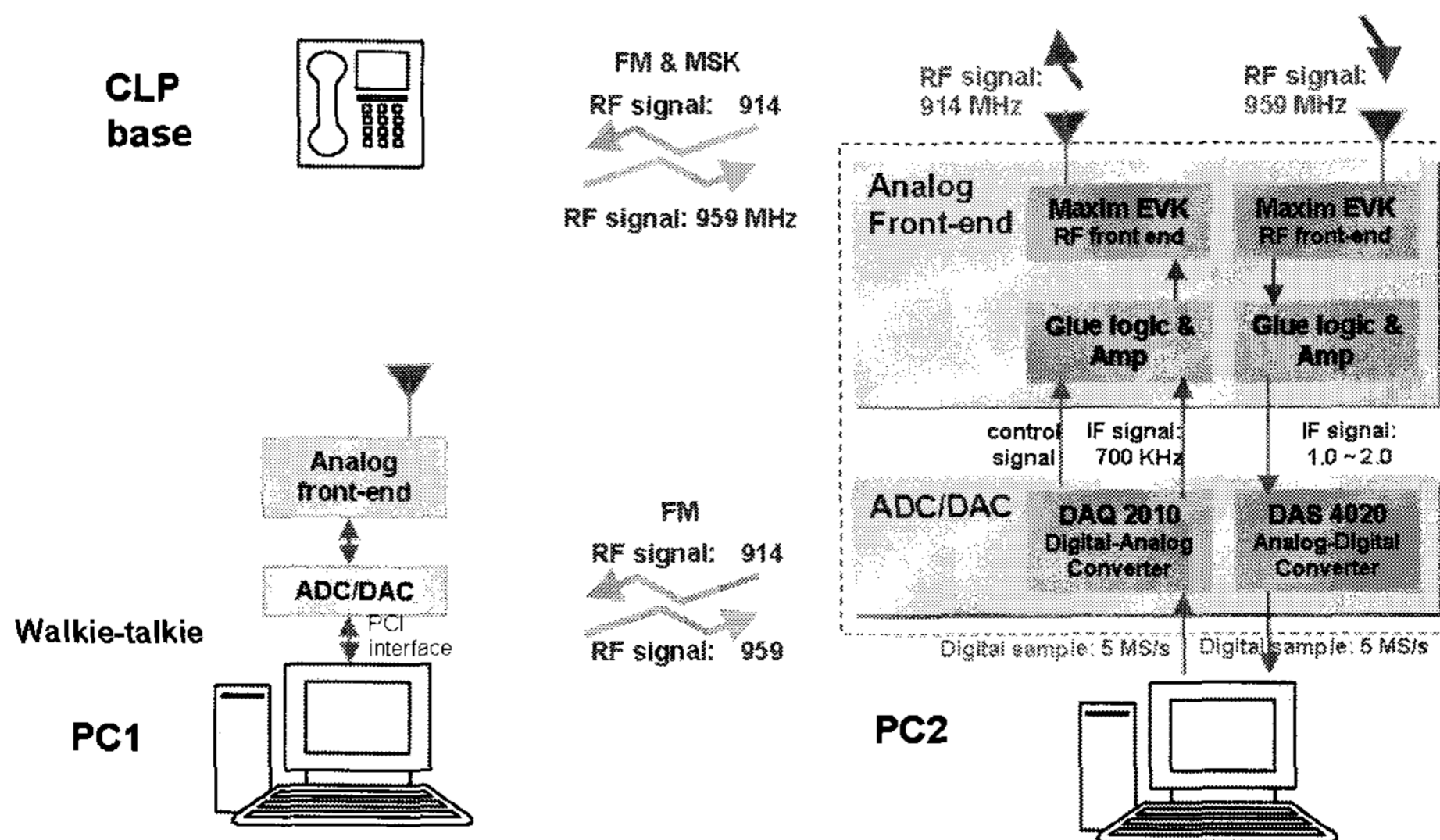
본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2절에서는 제안하는 이중모드 SDR 시스템의 설계 및 구현을 설명한다. RF-IF간 변환을 위한 하드웨어, 각종 변복조 소프트웨어 모듈, 그리고 GUI 구현 방법을 소개한다. 제 3절에서는 구현된 시스템의 실제 운용 결과 및 성능 분석 결과를 기술한다. 마지막으로 제 4절에서는 시스템 구현 및 운

용 경험을 통해 파악된 문제점을 분석하고 향후 연구 분야를 제시함으로써 논문을 마무리한다.

2. 무선전화기/워키토키 이중모드 시스템

2.1 전체 시스템 구성

범용 컴퓨팅 플랫폼 기반 SDR 시스템을 평가하기 위해 본 논문에서는 900 MHz 대역에서 동작하는 무선 전화기 겸 FM 워키토키 시스템을 구현하였다. 본 시스템의 구현은 빠른 프로토타이핑 및 성능 평가의 목적이 중요하였으므로 COTS (Commercial Off-The-Shelf) 하드웨어 및 소프트웨어의 활용을 우선적으로 고려하였다. 이에 따라, RF-IF간 주파수 변환을 수행하는 RF 전단부 (front-end) 로는 Maxim 사의 900 MHz 대역 트랜시버를 탑재한 MAX2420 EVK 평가 보드를 수정하여 사용하였으며 [6], ADC (Analog Digital Conversion) / DAC (Digital Analog Conversion) 하드웨어로는 상용 PC 카드를 구매하여 사용하였다. 소프트웨어는 오픈소스로 진행 중인 GNU radio v.0.9 middleware 를 활용하였다 [3,7]. MSK (Minimum Shift Keying) 변복조, FM (Frequency Modulation), 900 MHz 무선 전화기 채널 접근 프로토콜 및 데이터 통신 프로토콜, DAC 인터페이스, GUI (Graphical User Interface) 등은 새로 개발하였으며, FM 복조, ADC 인터페이스, PC 스피커 및 마이크 인터페이

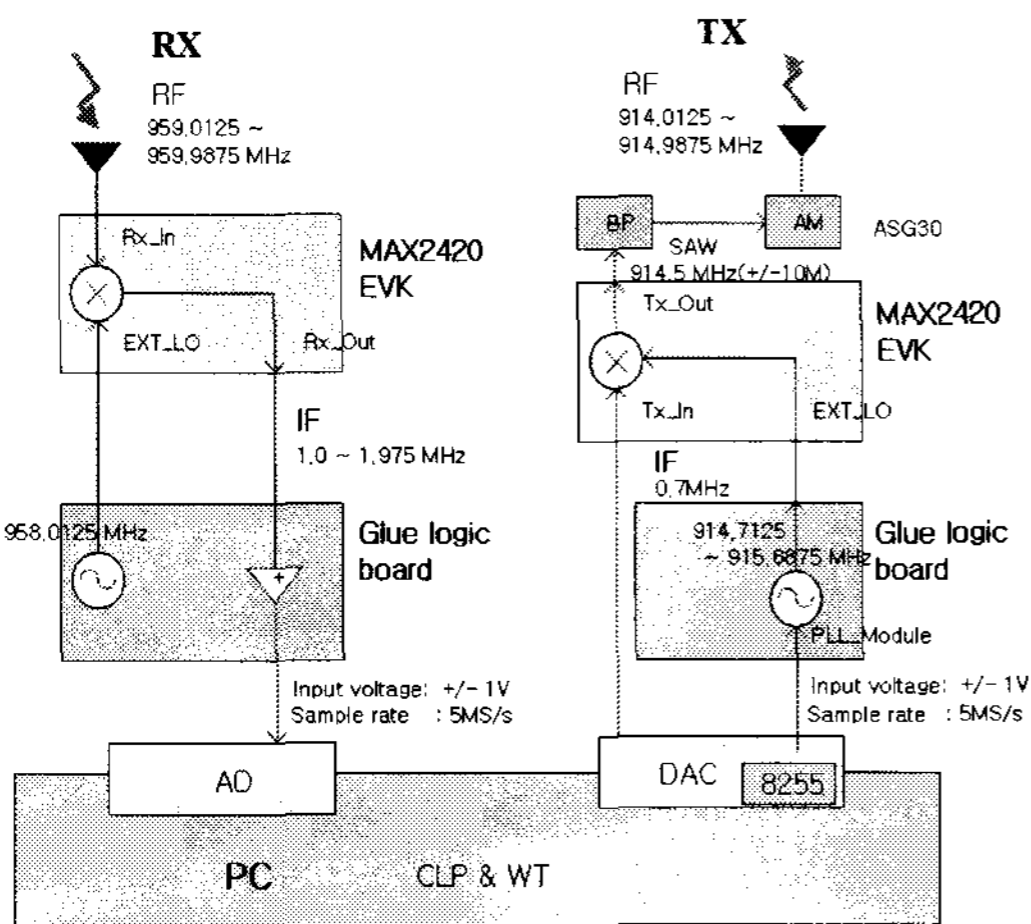


[그림 1] 무선전화기/워키토키 이중 모드 기능 데모를 위한 전체 시스템의 구성

스 등은 GNU radio에 포함되어 있는 기존 모듈을 변경하거나 변경 없이 사용하였다.

그림 1은 전체 시스템의 구성을 보인 것이다. 삼성 무선 전화기 베이스 (모델명 C750)와 개발된 하드웨어/소프트웨어를 탑재한 두 대의 PC로 구성된다. PC1은 FM 워키토키 전용으로 사용되고, PC2는 워키토키와 무선전화기 핸드셋 동작 모두를 지원하도록 설정하였다. 무선전화기 베이스로부터 핸드셋(PC2)으로의 통신은 959 ~ 960 MHz의 RF 주파수 대역에서 이루어지고, 핸드셋으로부터 베이스로의 통신은 914 ~ 915 MHz에서 이루어진다. 이 1 MHz의 주파수 대역은 25 kHz 대역폭의 채널들로 구성되는데, 통신에는 이 중 하나의 채널이 선택되어 사용된다. PC1과 PC2간의 워키토키 통신에도 두 개의 주파수 대역 (914 MHz 및 958 MHz)을 사용하도록 설계하였다. 원래 대부분의 워키토키는 하나의 주파수 대역을 공유하는 반이중(half-duplex) 방식이다. 그러나 본 시스템에서는 무선 전화 통신을 위해 제작된 아날로그 전단부를 최대한 활용하고 별도의 개발에 따른 비용 및 시간을 최소화하기 위해 무선 전화의 주파수 대역을 그대로 활용한 전이중 (full-duplex) 방식의 워키토키를 개발하기로 하였다.

구현된 시스템의 주 특징은 대부분의 주요 통신 처리가 소프트웨어로 이루어진다는 점이다. 즉 900 MHz 대역의 RF 신호와 2 MHz 이하 낮은 주파수의 IF 신호간의 변환 그리고 아날로그 IF 신호와 디지털 샘플 스트림간의 변환의 두 가지 기능을 제외한 베이스밴드 처리 및 프로토콜 처리는 모두 CPU에 의해 수행되는 소프트웨어 라디오 방식을 따르고 있다.



[그림 2] 아날로그 전단부 구성도 (무선전화/워키토키 겸용)

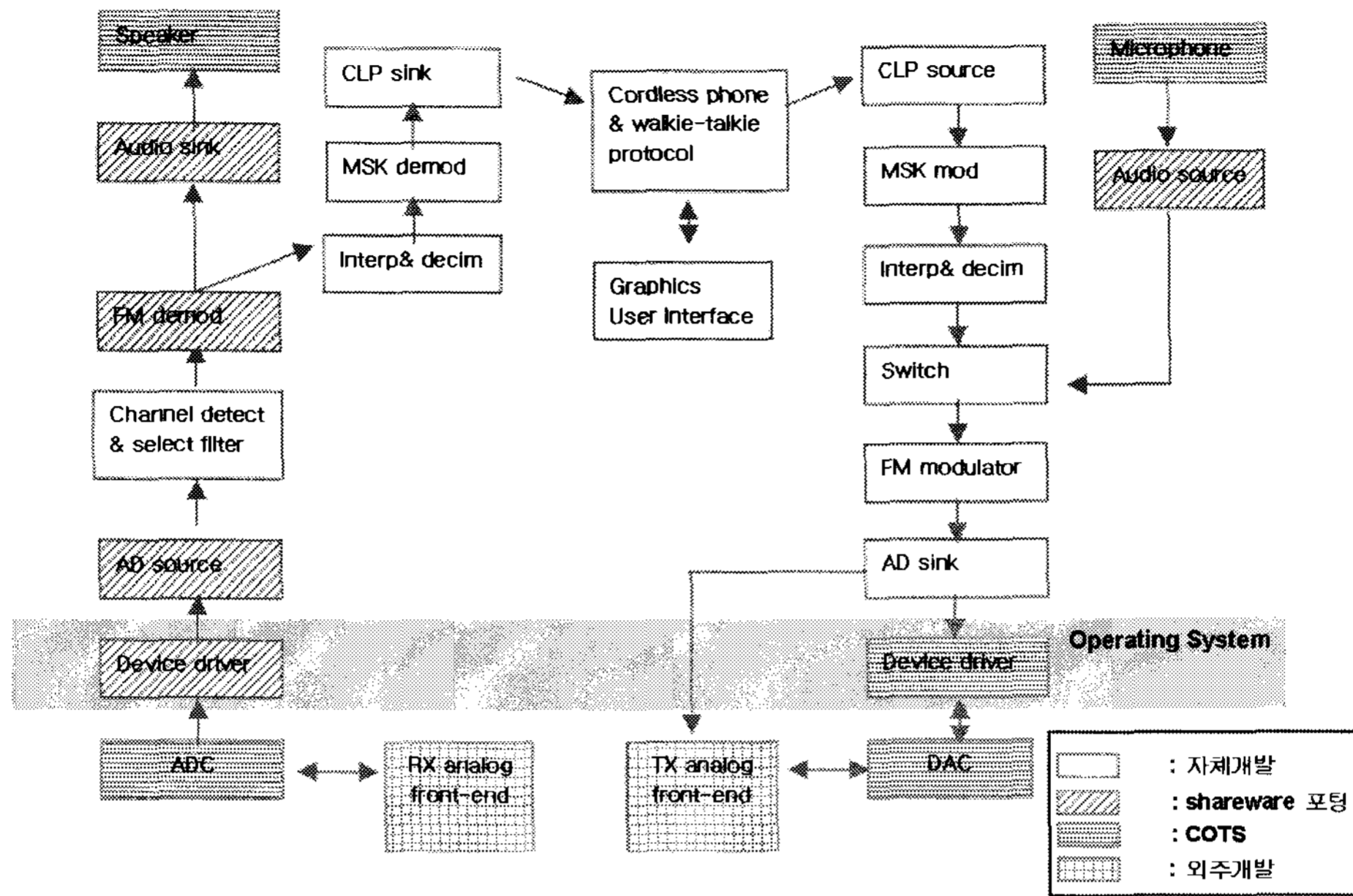
2.2 하드웨어

주요 하드웨어는 아날로그 전단부와 ADC/ DAC로 이루어진다. 아날로그 전단부는 959 MHz 혹은 914 MHz 대역의 수신 RF 신호를 0.7 ~ 2.0 MHz 대역의 IF (Intermediate Frequency) 신호로 변환 (down-conversion) 하거나 반대로 0.7 MHz 대역의 IF 신호를 914 MHz 혹은 958 MHz 대역의 송신 RF신호로 변환 (up-conversion)하는 기능을 가진다. ADC는 아날로그 IF 신호를 샘플링하여 디지털 샘플 스트림을 만드는 역할을 하고 DAC는 디지털 샘플 스트림으로부터 아날로그 IF 신호를 생성하는 역할을 수행한다.

무선 전화 핸드셋 및 워키토키 겸용 아날로그 전단부 하드웨어는 그림 2와 같이 구성된다. 수신부의 구성은 다음과 같다. 수신부의 RF-IF변환에는 900 MHz 대역 이미지 리젝트 트랜시버 (image-reject transceiver)인 Maxim사의 MAX2420에 대한 평가 보드 MAX2420 EVK [6]를 사용하였다. MAX2420 EVK는 원래 MAX2420 칩의 특성을 관찰하는 용도로 제작되어 있어서 내장 VCO의 성능이 통신에 사용될 수 있을 정도로 좋지 않았다. 또한 IF 출력도 매우 낮아서 ADC 보드의 입력 전압 레벨(+/- 1V)로 증폭할 필요가 있었다. 이의 해결을 위해 별도의 논리 회로를 제작하여 외부 LO(Local Oscillator)와 앰프를 추가하였다. 안테나를 통해 수신된 무선 전화 베이스의 신호는 그 중심 주파수가 959.0125 MHz (채널 1번) ~ 959.9875 MHz (채널 40번)에 걸쳐 있다. 이 신호는 MAX2420 EVK에 입력되어 958.0125 MHz의 LO와 믹스됨으로서 그 차 성분인 1.0 MHz ~ 1.975 MHz 주파수의 IF 신호를 발생시킨다. 이 신호는 다시 앰프에 의해 적절한 출력으로 증폭되어 ADC 보드로 인가된다.

ADC로는 Measurement Computing사의 PCI-DAS4020 보드를 사용하였다 [8]. DAS4020은 최대 20 MHz의 샘플 속도를 지원하는데 본 시스템에서는 5 MHz로 설정하여 사용하였다. 이는 IF의 최대 주파수가 2.0 MHz 미만이라 Nyquist 이론에 따라 샘플 속도는 4 MHz 이상이면 충분하였고 또한 불필요하게 높은 샘플 속도에 따른 시스템 버스의 과부하 및 전체적 성능 저하를 방지하기 위한 것이었다. 특히, 본 시스템은 ADC 뿐만 아니라 DAC도 장착하고 있으므로 시스템 버스에 대한 이들 간의 경쟁 및 버스 과부하는 중요한 성능 저하 요소가 됨을 개발 과정을 통해 알 수 있었다. 샘플 크기는 12 비트를 사용하였다.

송신부의 구성 및 동작은 다음과 같다. 소프트웨어에 의해 생성된 디지털 샘플 스트림은 700 KHz의 중심 주파수를 갖는 FM 변조된 신호이다. 샘플 속도는 5 MHz



[그림 3] 소프트웨어 구성

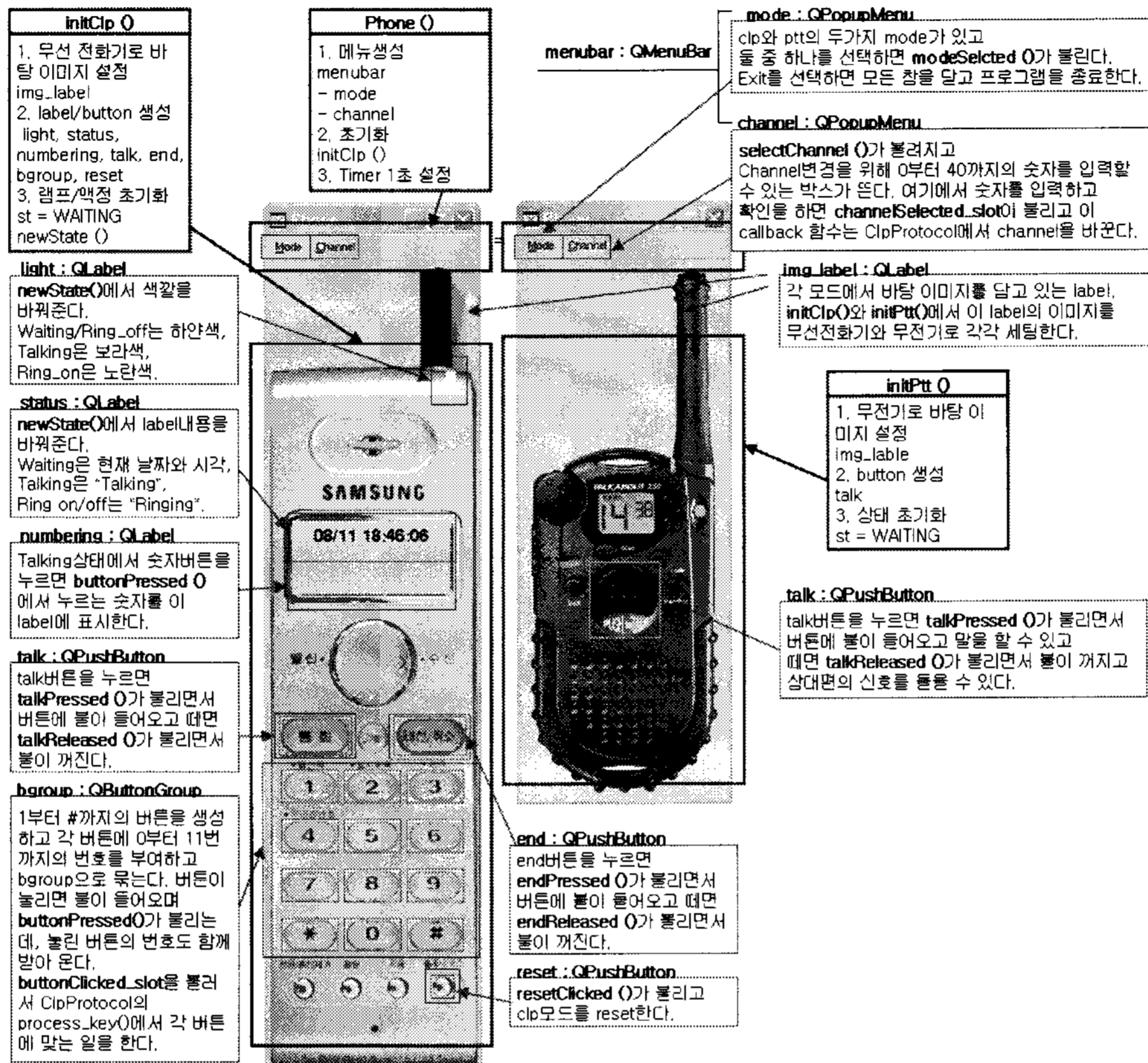
이며 이 신호는 DAC 보드에 인가되어 아날로그 IF 신호로 변환된다. DAC 보드는 ADLINK Technology 사의 DAQ2010을 사용하였다 [9]. 아날로그 IF 신호는 MAX2420 보드에 입력되어 914.7125 ~ 915.6875 MHz의 외부 LO와 믹스되어 그 차 성분인 914.0125 ~ 914.9875 MHz의 RF 신호를 발생시킨다. 이는 SAW 밴드 패스 필터와 앰프를 거쳐서 안테나를 통해 무선 전화 베이스로 송신된다. SAW 필터는 914.5 MHz를 중심으로 +/- 10 MHz 대역을 통과시키도록 설계하였다. 송신부에서 특기할 점은 DAC 보드의 8255를 활용하여 송신 채널을 선택하도록 하였다는 점이다. DAQ2010은 제어를 위해 8255 칩을 내장하고 있는데, 본 시스템에서는 914.7125 ~ 915.6875 MHz 범위의 특정 외부 LO 주파수를 발생시키도록 VCO를 제어하는데 8255를 사용하였다.

2.3 소프트웨어

소프트웨어는 크게 제어부와 신호처리부로 분류될 수 있다. 그림 3은 대표적인 소프트웨어 모듈들 간의 관계 및 데이터 처리 흐름을 보인 것이다. Cordless phone & walkie-talkie protocol 및 Graphics user interface 모듈은 제어부에 속하고 AD source, Channel detect & select filter, FM demodulation, Interpolation & decimation, MSK demod, Audio sink, CLP sink, CLP source, MSK modulation, FM modulation, switch, AD sink, Audio

source 등은 신호처리부에 속한다. 그림에는 새로 개발된 소프트웨어 모듈과 이식된 기존 GNU radio 소프트웨어 모듈, 그리고 신규 개발된 하드웨어가 구분되어 표시되어 있다.

수신 아날로그 전단부로부터 입력된 아날로그 IF 신호는 ADC 보드를 거쳐 12-bit 5 MS/s의 디지털 샘플 스트림으로 변화된다. 이 샘플 데이터는 AD source 모듈에 의해 신호처리부로 입력된다. 첫 번째 신호처리 모듈은 Channel detect & select filter인데 이 모듈의 일차적 기능은 신호를 감지하여 해당 채널을 결정하는 것이다. 무선 전화 통신 모드에서는 베이스가 1.0 ~ 2.0 MHz 대역의 특정 채널로 신호를 보내게 되는데, Channel detect & select filter는 입력된 신호에 대해 FFT를 실행하여 강한 세기를 갖는 주파수를 검출하는 방식으로 베이스가 선택한 채널을 감지한다. 일단 대상 신호의 중심 주파수가 결정되면 해당 중심 주파수를 갖는 신호를 0 Hz로 변환하고, FIR 필터링 (low pass filter) 한 후 진폭을 1/10 크기로 감소시키는 기능(decimation)을 수행한다. 이 과정은 Channel detect & select의 두 번째 기능으로서 샘플 속도를 현격하게 줄임으로서 이후의 처리에 계산 복잡도를 낮추게 된다. 다음 신호처리 단계에 해당하는 것은 FM 복조됨으로서 입력된 FM 신호에서 메시지 신호를 검출해낸다. 이 메시지 신호는 음성 신호 혹은 MSK 변조된 데이터일 수 있다 [10]. FM 복조된 신호는 Audio sink 및 interpolation & decimation에 각각 입력되어 스



[그림 4] 사용자 인터페이스 및 클래스 설계도

피커로 출력되거나 MSK 복조되어 비트 스트림으로 변환된다. CLP sink 모듈은 MSK 복조된 비트 스트림을 입력받아 무선 전화 데이터 프레임의 시작 패턴을 갖는지 검사하여 만약 유효한 프레임이 입력되었을 경우, 프레임 단위로 수신 프레임 큐에 추가한다. 이 프레임은 이제 cordless phone & walkie-talkie protocol 모듈에 의해 추출되어 처리될 수 있다.

Cordless phone & walkie-talkie protocol 모듈은 무선 전화 프로토콜 처리에 필요한 유한 상태 기계를 구현한 것으로 수신 프레임 큐, GUI, 송신 프레임 큐를 접근/제어하거나 이들로부터의 이벤트를 처리함으로써 무선 전화 및 워키토키 통신을 지원하게 된다.

송신될 무선 전화 데이터 프레임은 송신 프레임 큐에 위치하게 되는데, CLP source 모듈은 송신 프레임 큐를 감시하여 송신할 프레임이 존재하면 이를 감지하여 비트 스트림을 MSK modulation 모듈에 전달하는 역할을 한다. 비트 스트림은 MSK 변조를 거쳐 2400 Hz (비트 0) 혹은 1200 Hz (비트 1)의 sine 파로 변환되어 FM 변조 모듈에 전달된다. 특기할 것은 switch 모듈인데, 이

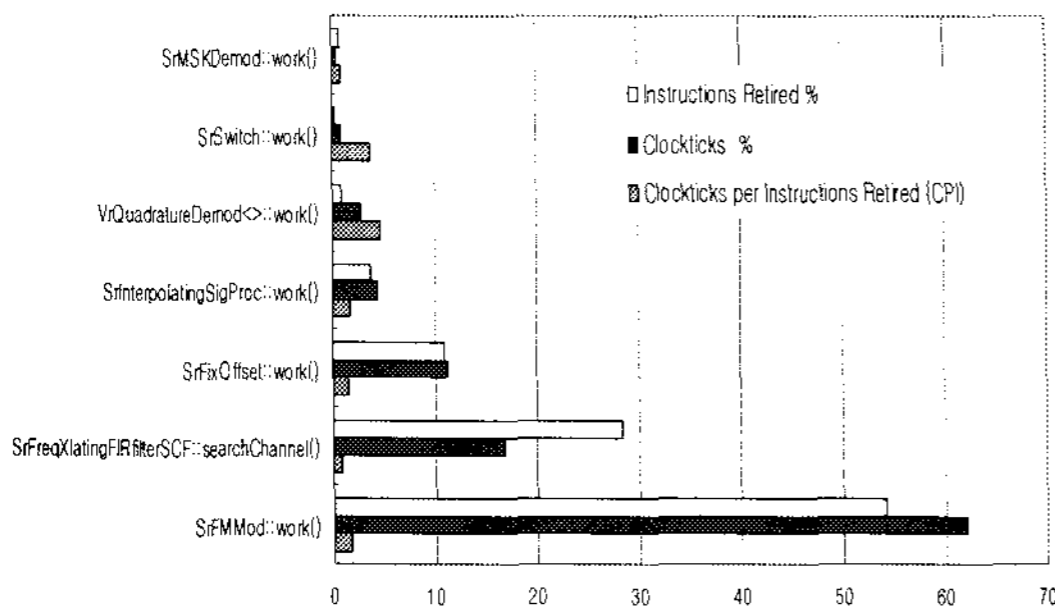
모듈은 MSK 신호 혹은 마이크로폰으로부터의 음성신호 중 하나의 신호만을 FM modulation 모듈에 전달하는 기능을 가지고 있다. 즉, 송신할 데이터 프레임이 존재하면 그 MSK 신호를 선택하고 그렇지 않을 경우 음성 신호를 선택한다. FM 변조된 신호는 AD sink 모듈을 거쳐 DAC 보드에 의해 아날로그 신호로 변환된다.

사용자 인터페이스는 Qt를 이용하여 구현되었다. 그림 4는 사용자 인터페이스의 스크린 캡처 및 구현된 주요 클래스 도면을 보인 것이다. 선택된 모드에 따라 무선 전화기 핸드셋 혹은 워키토키에 대한 GUI를 제공하도록 설계되었다.

3. 성능 분석

PC상에서 SDR 방식으로 900 MHz 무선 전화 시스템을 구현한 기존 사례를 찾을 수 없어서 직접적인 성능 비교 평가가 어렵다. 다만, 본 절에서는 구현된 시스템을 운용하면서 경험적으로 파악된 전반적인 성능을 기술하

고, 성능 향상을 위해 내부 모듈별 성능을 분석한 결과를 소개한다. 구현된 무선전화기는 프로토콜의 응답속도가 늦다는 단점이 있지만 통화품질은 좋은 편이었다. 다만, 전파의 반사나 굴절에 대한 조치를 취하지 않았기 때문에 베이스와 RF 전단부 사이에 장애물이 있을 경우 통신 성능이 저하되었다. 무전기의 경우에는 통화품질이 좋지 않은 것으로 나타났다. 특히, 거리가 멀거나 장애물이 있을 경우 더 악화되었다. 이는 아날로그 전단부 하드웨어의 출력 신호 및 입력신호가 약하기 때문에 일어나는 현상이다. 이러한 낮은 출력은 아날로그 전단부 하드웨어에 국한된 문제로서 소프트웨어 부분이 성공적으로 구현되었음을 확인하는 목적으로는 큰 문제가 없었다.



[그림 5] 무선전화 모드에서의 함수별 CPU 사용률

[표 1] 실험 환경

항목	설명
CPU	인텔 펜티엄4 1.4 GHz
OS	Linux 2.4.16
RAM	512 MB
ADC	PCI-DAS4020
DAC	DAQ2010

디지털 신호 처리 프로그래밍은 성능이 매우 중요한 인자로 작용한다. 성능을 높이기 위한 새로운 알고리즘의 개발도 활발하며, 주어진 알고리즘의 구현에 있어서도 다양한 코드 튜닝 활동이 이루어지기도 한다. 본 무선전화/위키토키 시스템의 경우, FM, MSK, FFT 등 비교적 낮은 정도의 계산 복잡도를 갖는 모듈만을 포함하지만 신호처리 모듈에 대한 인자값 (decimation factor, FFT tab 수, AD/DA sample rate 등), 신호처리 순서에 따라 크게 성능이 좌우됨을 경험할 수 있었다. 성능 분석을 위해 주로 Intel VTune [11]을 사용하였다. 그림 5는 무선 전화 핸드셋으로 동작하는 경우 통화 대기 상태에서 SDR 소프트웨어가 쓰는 총 CPU 사용량을 100

으로 두었을 때 주요 함수별 CPU 사용 비율을 보인 것이다. 실험환경은 표 1과 같다. FM 변조를 수행하는 SrFMMMod::work() 함수가 전체 CPU 사용율의 약 60%를 사용하고 있음을 알 수 있다. 성능 개선 노력은 이러한 핫스팟 함수에 대해 집중적으로 적용되었다. 하지만, 개발된 SDR 소프트웨어가 차지하는 전체 CPU 사용률은 50% 미만으로서 시스템을 정상적으로 운용하는데 무리가 없었다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 900MHz 대역 무선 전화기의 핸드셋 기능과 FM 위키토키 기능을 모두 지원하는 SDR 방식의 범용 PC 기반 통신 시스템을 구현하고 그 성능을 평가하였다. 개발된 시스템은 900 MHz 대역의 RF 신호와 2MHz 이하의 IF 신호간의 변환을 제외한 베이스밴드 처리, 프로토콜 처리 등 대부분의 통신 기능이 CPU에 의해 이루어지는 소프트웨어 라디오 방식을 취하고 있다. 따라서 무선전화 및 위키토키를 동시에 지원하는 것이 손쉽게 이루어질 수 있었다. 또한, 신호 처리 모듈이 소프트웨어로 구현되므로 이의 테스트 및 디버깅이 매우 용이하다는 것을 경험할 수 있었다. 더 나아가, 동일한 RF 대역을 사용하는 다른 통신 시스템의 개발도 고려될 수 있다.

RF 신호와 IF 신호간의 변환은 상용 900MHz 대역 트랜시버 칩의 평가 보드를 활용하였다. 여기에 고성능의 로커 오실레이터, 앰프, 필터 등을 추가하여 성능을 안정화시켰다. 아날로그-디지털 변환 및 디지털-아날로그 변환은 상용 PC용 보드를 이용하였다.

소프트웨어는 오픈 소스 소프트웨어 라디오 미들웨어인 GNU radio를 활용하여 제작되었다. 그 위에 MSK 변복조, FM, 무선전화 채널 액세스 프로토콜 및 데이터 통신 프로토콜, DAC 인터페이스, GUI 등을 새로 개발하였다.

구현된 시스템을 이용한 실험 결과, 무선 전화 핸드셋은 매우 성공적으로 동작함을 관찰할 수 있었다. 핸드셋으로부터의 전화 발신 및 외부로부터의 전화 수신 모두 잘 동작하였고 통화 음질도 좋은 편이었다. 다만, 위키토키 통신의 경우 송신 출력이 매우 낮아 송수신기기를 매우 근접하게 위치시켜야만 음성을 확인할 수 있었다.

본 연구의 주목적 중 하나는 범용 컴퓨팅 플랫폼에서 소프트웨어 라디오를 구현함에 있어 문제점 및 향후 연구 방향을 정립하는 것이었다. 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

현재의 GNU radio 는 런타임 재구성을 지원하지 않고 있다. 따라서 특정 신호처리 모듈을 교체하거나 신호처리 모듈의 구성을 변경하기 위해서는 다시 컴파일 해야 한다. 유연한 소프트웨어 라디오 시스템을 위해서는 런타임 재구성을 지원하는 방법이 연구되어야 할 것이다.

범용 컴퓨팅 시스템의 특성상 실시간 처리에 한계가 있다. RISC 기반 범용 컴퓨팅 시스템을 이용한 통신시스템은 그 특성상 최악의 경우 처리 시간을 보장할 수 없으며 다만 확률 통계적으로 처리시간의 한계를 보장할 수 있다. 특히, CPU 캐시에 의해 그 성능이 크게 좌우됨을 관찰할 수 있었다. 따라서 이러한 방식의 시스템은 어느 정도의 지연을 허용하는 음성 통신에 적합하며, IEEE 802.11에서 지정된 시간 내에 ACK 패킷을 발생해야 하는 것과 같은 실시간 요구 사항을 갖는 데이터 통신에의 적용은 어렵거나 불가능할 수 있다. 이러한 실시간 데이터 통신을 위해서는 DSP에 기반을 둔 소프트웨어 라디오 미들웨어를 설계하는 것이 적절한 방법이라 판단된다.

TCP/IP 등의 표준 데이터 통신 프로토콜과 신호처리 모듈간의 인터페이스가 다소 비효율적이다. 무선 전화 데이터 통신에서 MSK 복조된 비트 스트림과 무선 전화 데이터 통신 프로토콜간의 데이터 이동 및 제어를 위해 별도의 인터페이스 모듈 및 큐를 두어서 원하는 동작을 이룰 수 있었다. 그러나 TCP/IP와 같은 표준 프로토콜 스택을 활용해야 하는 경우 다소 문제가 어려워질 수 있다. 즉, GNU radio의 신호처리 모듈은 모두 사용자 모드에서 실행되는데 비해 IP, TCP, UDP 등은 커널 공간에 존재한다. 따라서 이들 간의 인터페이스 오버헤드가 발생할 수 있다.

참고문헌

[1] J. Mitola, "Software Radio Architecture," John Wiley & Sons Inc., 2000.
 [2] 김용진 외, "SDR 기술 동향," 전자파기술, 제18권 4호, pp.3-13, 2007.
 [3] V.G. Bose, "Design and Implementation of Software Radios Using a General Purpose Processor," PhD Thesis, Massachusetts Institute of Technology, June 1999.
 [4] V. Bose, et al., "Virtual Radios," IEEE Journal on SAC, vol.17, no.4, pp.591-602, 1999.
 [5] J. Forbess and M. Wormley, "A Handheld Software

Radio Based on the iPAQ PDA: Hardware," Proc. of SDR Forum Tech. Conf., 2003.

[6] Maxim Integrated Products, "MAXIM 900MHz Image-Reject Transceivers," Maxim Integrated Products, 1999.
 [7] "GNU Radio - GNU FSF Project," <http://www.gnu.org/software/gnuradio/gnuradio.html>
 [8] Measurement Computing Corp., "PCI-DAS4020/ 12 Analog & Digital I/O Board User's Guide," Measurement Computing Corp., 2002.
 [9] Adlink Technology Inc., "DAQ-2000 Series: 4-CH, 14/16-Bit, Up to 2 MS/s Simultaneous-Sampling Multi-Function DAQ Cards," Adlink Technology Inc., 2004.
 [10] J.G. Proakis, et al., "Contemporary Communication Systems using MATLAB," Thomson-Brooks/Cole, 2004.
 [11] Intel, "Intel® VTune™ Analyzers," <http://support.intel.com/support/performance/vtune/>.

성민영(Min-Young Sung)

[정회원]



- 1995년 2월 : 서울대학교 컴퓨터 공학과 (공학사)
- 1997년 2월 : 서울대학교 컴퓨터 공학과 (공학석사)
- 2002년 8월 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부(공학박사)
- 2002년 9월 ~ 2006년 8월: 삼성 전자 소프트웨어연구소 책임연구원
- 2006년 9월 ~ 현재 : 상명대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 전임강사

<관심분야>

실시간시스템, 임베디드시스템, 운영체제, 멀티미디어 시스템 등