

다중모드 SDR 단말 관리 및 제어를 위한 웨이브폼 관리자 구현

권오준*, 이종민**

요약

소프트웨어 정의 무선(SDR)은 다양한 무선통신 환경에 유연하게 대처하기 위하여 하나의 공통 하드웨어 플랫폼에 필요로 하는 응용 소프트웨어를 자유롭게 재구성할 수 있는 무선통신 기술이다. 소프트웨어 정의 무선 기술을 구현한 SCA 기반 재구성 가능한 미들웨어 플랫폼 SCARLET의 기능을 검증하기 위해서는 시스템의 각 기능을 관리하고 분석할 수 있는 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 SCARLET과 네트워크로 연결되어 관리 및 제어 기능을 할 수 있는 웨이브폼 관리자 구조를 제안하고, 이를 구현한다. 그리고 SCARLET 미들웨어 플랫폼을 사용하는 전체 시스템의 각 기능을 상세하게 제어하여 전체 시스템을 실험함으로써 구현된 웨이브폼 관리자의 성능을 검증한다.

Implementation of the Waveform Manager for the Management and Control of the Multi-Mode SDR Terminal

Oh Jun Kwon*, Jong Min Lee**

Abstract

The software-defined radio (SDR) is a radio communication technology that can reconfigure necessary application software on a common hardware platform to deal with several kind of radio communication environment. It is necessary for a system that can control and analyze functionalities of a system in order to verify the SCA-based reconfigurable middleware platform, SCARLET that implements the SDR technology. In this paper, we propose and implement the architecture of the waveform manager that is connected with SCARLET and performs management and control functionalities. We verify the performance of the waveform manager by testing each functionality of the overall system that uses the SCARLET middleware platform.

Keywords : SDR(소프트웨어 정의 무선), SCA(소프트웨어 통신 구조), CORBA(공통 객체 요구 매개자 구조)

1. 서론

최근 이동통신 분야에서 사용자들은 다양한 서비스를 저가에 제공받기를 원하며 이러한 욕구를 충족시키기 위해 다양한 형태의 이동통신 규격이 개발되어 상용화되고 있다. SDR(Software Defined Radio) 기술은 이러한 이동통신 시장의 변화에 적극적으로 대처하기 위한 핵심기술

로써 IP 기반 이동통신망을 기반으로 한 다양한 무선통신 환경(다중 모드, 다중 표준, 다중 대역, 다중 기능)에 유연하게 대처하기 위하여 하나의 공통 하드웨어 플랫폼에 사용자가 원하는 응용 소프트웨어(무선 프로토콜 규격)로 자유롭게 재구성할 수 있는 개방형 신호처리 기술이다 [1].

1970년대에 초기 SDR 프로토타입이 등장 했는데, 그 당시에는 대부분 초저주파에서 시도된 것들이었다. 또한 안테나 모듈에서 직접 아날로그/디지털 변환을 했고, 여기서 나온 디지털 신호를 처리하기 위해 소프트웨어가 사용되었다. 한편, 오늘날 등장하는 3G/4G 기술에서의 SDR 구현은 두 가지 기본적인 문제를 가지고 있다. 첫째, 3G/4G에 할당되는 주파수 대역은 2GHz 이상이다. 그런 높은 주파수에서의 아날로그/디지털 직접 변환은 현재 기술로는 상당히 어려워

※ 제일저자(First Author) : 권오준
접수일:2009년 09월 09일, 완료일:2009년 12월 30일
* 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 부교수
ojkwon@deu.ac.kr
** 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 부교수
jongmin@deu.ac.kr
■ 본 연구는 2008학년도 동의대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음(2008AA181)

기술적인 도전과제로 남아 있다. 둘째, 다중 표준들과 프로토콜에서 요구하고 있는 무선 인터페이스의 복잡성은 하드웨어 측면에서 상당히 큰 전력 소모를 필요로 한다. 이러한 이유로 인해 초기에 소프트웨어 재구성 능력은 프로토콜 스택의 상위 계층에 있는 것으로 고려되었다. 그러나 DSP 처리기의 성능 및 저 전력화 기술의 발전에 따라 이런 재구성 능력은 스택의 하위 계층으로 점차 옮겨가고 있다.

SDR 시스템의 기술 개발 촉진을 위하여 1996년 MMITS(Modular Multifunction Information Transfer System) Forum이 만들어졌으며, 1998년 SDRF(SDR Forum)으로 개칭되었다 [2]. SDRF에서는 SDR 시스템을 기능적 관점에서 정의하는 노력을 통하여, 상위 수준 기능 모델인 SDR 소프트웨어 참조 모델을 제시하였다. 미 국방성 JTRS(Joint Tactical Radio System) 프로젝트에서는 SDRF의 SDR 소프트웨어 참조 모델에 기반하여 컴포넌트 기반 프레임워크인 SCA(Software Communication Architecture)를 설계하였고 SDRF에 의해 SDR 소프트웨어 표준으로 채택되었다 [3]. 이러한 SCA의 본래 목적은 새로 개발된 무선기술의 빠른 수용이 가능하도록 하기 위해 하드웨어로부터 소프트웨어의 독립성을 최대한 보장하는 것에 있었다.

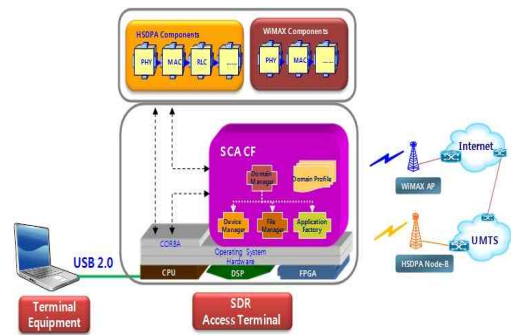
ETRI에서 개발된 다중모드 SDR 단말[4]은 SCA 기반 재구성 가능한 미들웨어 플랫폼(SCARLET: SCA Reconfigurable middleware of ETRI)을 사용한다. 전체 시스템을 구성하고 있는 컴포넌트가 모드 변경시 재구성 처리되어 잘 동작하는지를 검증하기 위해서는 SCARLET 미들웨어 플랫폼의 각 기능을 관리할 수 있는 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 SCARLET 플랫폼과 연결되어 사용자 인터페이스 및 진단 기능을 포함하는 관리 및 제어 기능을 수행할 수 있는 웨이브폼 관리자(waveform manager)의 구조를 제안하고 구현한다. 구현된 웨이브폼 관리자를 사용하여 SCARLET 플랫폼의 각 기능을 상세하게 제어하여 전체 시스템에 대한 검증을 하는 과정을 보여줌으로써 성능 평가를 수행한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기 구현된 SCA 기반 다중모드 SDR 단말에 대하여 기술하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 웨이

브폼 관리자의 구조 및 구현에 대하여 기술한다. 4장에서는 구현된 웨이브폼 관리자를 사용한 전체 시스템 성능 평가에 대하여 기술한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 기술한다.

2. SCA 기반 다중모드 SDR 단말

(그림 1)은 본 논문에서 고려한 SCA가 적용된 다중모드 SDR 단말의 구조를 나타내고 있다. SDR 단말은 크게 TE(Terminal Equipment)와 AT(Access Terminal)로 구분되며 AT에는 실제 무선 프로토콜이 탑재되어 동작하게 되며, 모드 변경 시 XML 형태의 도메인 프로파일에 명시된 대로 CF(Core Framework)의 제어를 받아 CPU, DSP, FPGA 등 적절한 장치에 재배포되어 관련된 재구성 절차를 수행하게 된다.



(그림 1) SCA기반 다중모드 SDR 단말 구조

다중모드 SDR 단말의 재구성 요구 발생 시 가장 핵심이 되는 SCA CF는 어플리케이션 컴포넌트를 위한 표준화되고 개방적인 인터페이스와 서비스를 제공함으로써, 어플리케이션 컴포넌트 설계자에게 하부 소프트웨어와 하드웨어 계층을 추상화해서 설계하도록 도와준다. SCA CF의 인터페이스와 서비스를 크게 구분하면 다음과 같다.

- BAI(Base Application Interface): 어플리케이션 컴포넌트가 구현하고 제공해야 하는 인터페이스다. Port, LifeCycle, TestableObject, PropertySet, PortSupplier, ResourceFactory, Resource와 같은 인터페이스가 있다.
- FCI(Framework Control Interface): 시스템 제어를 위해 SCA CF 내부에서 사용되는 인

터페이스이고, 코어 프레임워크 내부 기능 요소들 간에 제공/사용되는 인터페이스와 서비스들이다. Application, ApplicationFactory, DomainManager, DeviceManager와 같은 인터페이스가 있다.

- BDI(Base Device Interfaces): 도메인 내 논리적 디바이스의 관리 및 구현을 제공하는 인터페이스이다. Device, LoadableDevice, ExecutableDevice, AggregateDevice, DeviceManager와 같은 인터페이스가 있다.
- FSI(Framework Service Interface): File, FileSystem, FileManager, Timer와 같이 코어 프레임워크 내부 응용 프로그램이나, 다운로드 관리부, 어플리케이션 컴포넌트와 같이 외부 응용 프로그램에 의해 사용되는 서비스이다.
- Domain Profile: SDR 단말장치의 하드웨어 속성을 정의한 디바이스 프로파일과 소프트웨어 컴포넌트를 위한 소프트웨어 프로파일이 있다. 형상파일은 XML 양식으로 작성된다.

WiMAX나 HSDPA 컴포넌트(component)는 하나의 어플리케이션 단위로 패키징되어 SCA CF에 의해 관리되고 실행되며, 어플리케이션 하나당 하나의 SAD(Software Assembly Descriptor) 프로파일을 갖는다. 또한 CORBA의 Naming 서비스[5]와 Event 서비스[6]를 받기 위해 CORBA와 연동한다. 컴포넌트 간 IPC 통신은 CORBA의 IDL을 이용한 SCA 포트 인터페이스를 이용한다.

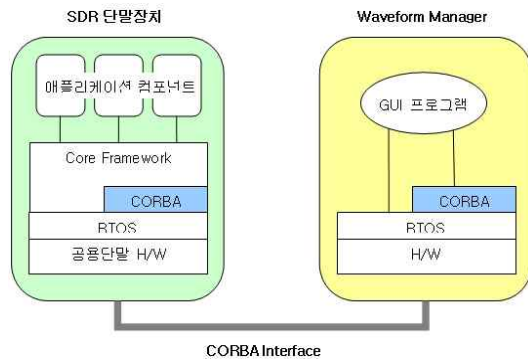
3. 웨이브폼 관리자 구현

3.1 기능

웨이브폼 관리자는 SDR 단말용 SCA(Software Communications Architecture) 기반 재구성 가능한 미들웨어 플랫폼 시스템(SCARLET: SCA Reconfigurable middleware of ETRI)을 위한 사용자 인터페이스 및 진단 기능을 포함하는 관리 및 제어 기능을 수행한다. SCARLET 시스템은 JTRS에서 제시한 SCA 규격을 기반으로 개발되고 있으며 상위 컴포넌트 기반의 응용 소프트웨어의 재구성을 위해 CF(Core Framework) 계층

에 각종 관리자 소프트웨어가 존재하며 서로 표준화된 인터페이스를 통해 연동한다.

웨이브폼 관리자의 개발 환경은 다음과 같다. Windows XP 기반에 Visual Studio 7.1 - Visual C++/ Visual .NET를 사용하여 개발하였으며, MFC Extension Library (Prof-UIS 3.1, FlowChartX), expat (XML Parser) [10], CORBA (OmniORB) [11,12], Flash MX Professional를 사용하였다. 웨이브폼 관리자는 SDR 단말장치에 연결되어 시스템과 유기적인 연동을 통해 SCA 응용 컴포넌트 소프트웨어의 동작을 제어하고 관리한다. 또한, CORBA 기반의 GUI 소프트웨어 환경에서 개발되어 SCA 응용 컴포넌트와 CORBA 인터페이스를 통하여 시스템 정보를 주고받으며, 이벤트 정보를 출력한다. (그림 2)는 SDR 단말 장치와 웨이브폼 관리자와의 구조를 나타낸다. SDR 단말 장치와 Waveform Manager는 LAN으로 연결되고 CORBA 기반 메시지 전달이 이루어진다.



(그림 2) SDR 단말장치와 웨이브폼 관리자의 연결

웨이브폼 관리자는 단일 시스템만을 대상으로 하지 않으며, 다수가 존재할 수 있다. SDR 단말장치와 웨이브폼 관리자는 LAN으로 연결되고 CORBA 기반 메시지 전달이 이루어진다. 웨이브폼 관리자는 SDR 단말장치의 정보를 분석하여 토폴로지 (topology) 화면과 계층 (hierarchy) 화면에 단말장치의 컴포넌트 정보를 출력한다. 이를 위해 제공되는 기능들은 다음과 같다.

- 무선 연결: 선택한 SDR 단말장치에 연결하는 기능이다. 연결 가능한 SDR 단말장치를 선택할 수 있다.

- 애플리케이션 설치: 애플리케이션을 인스톨하기 위해선 애플리케이션 파일이 TAR와 같은 포맷으로 패키징되어 있어야 한다. 이 파일은 애플리케이션을 SDR 단말 장치에 인스톨하기 위한 모든 정보를 담고 있다. 일단 애플리케이션이 선택되면 파일은 단말 장치로 복사되고 절차를 진행한다.
- 애플리케이션 생성: SDR 단말장치로 복사되어 해체된 파일을 이용하여 컴포넌트를 배치하고 생성/시작시키는 기능이다. 이 기능이 성공하면 컴포넌트 간 연결 상태를 조회할 수 있다.
- 연결 보기: 컴포넌트 간 연결은 아래 두 가지 다른 형태로 보여진다.
 - 연결 윈도우(connection windows)에서 그래픽으로 출력
 - 테이블에 텍스트 정보로 출력
- 로그 보기: 컴포넌트의 로그 목록이 테이블 형태로 출력된다. 로그 수준 단위로 출력할 수도 있으며 필터링 기능도 제공한다.
- 무선 파일 검색: 도메인 관리자(Domain Manager)의 파일 시스템을 접근하여 출력할 수 있는 기능이다. 이 기능은 웨이브폼 관리자가 SDR 단말 장치와 분리되어 있지만 CORBA 기반 통신이 가능하기 때문에 지원된다.
- 태스크 취소: 특정 태스크의 경우 작업을 마치는데 많은 시간을 필요로 한다. 이러한 작업의 예는 애플리케이션 팩토리 설치, 애플리케이션 시작, 또는 무선 연결과 같은 작업이며, 이러한 현상이 발생 시에 작업을 취소하는 기능이다.
- 컴포넌트 대체: 이미 시작된 애플리케이션 컴포넌트를 제거하고 최신 컴포넌트로 갱신하는 기능이다(플러그애플레이 기능). 제거할 컴포넌트와 최신 컴포넌트 파일을 사용자가 선택할 수 있다.
- 모드 변경: 현재 생성되어 동작 중인 애플리케이션을 제거하고 다른 애플리케이션을 생성시켜 동작시키는 기능이다. 교체할 애플리케이션을 선택하고 애플리케이션 이름을 입력한다.
- 애플리케이션 자동 시작/중지: 사용자의 중간 개입 없이 이 명령으로 한꺼번에 애플리케이션 설치 -> 생성 -> 시작 전 과정을 실행하

고 또, 역으로 애플리케이션을 제거하는 기능이다. 사용자의 개입 없이 자동 동작하기 위해서, 다운로드 파일 이름과 같은 파라미터가 필요하다. 이를 위해 사용자가 미리 파라미터 값을 설정하고 저장 및 조회할 수 있도록 윈도우가 구성된다.

3.2 구조

웨이브폼 관리자는 SDR 단말 장치의 SCA 컴포넌트 동작을 제어하고 관리하며, SCA 컴포넌트 이벤트를 출력하기 위한 소프트웨어 툴이다. 그러므로 웨이브폼 관리자는 사용자 친화적인 멀티윈도우 환경을 제공함은 물론이고, SDR 단말장치의 동작과 일치된 정보를 출력할 수 있어야 한다.

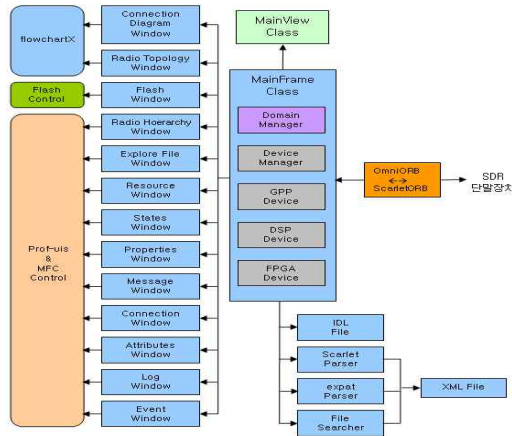
웨이브폼 관리자의 소프트웨어의 구조는 (그림 3)과 같다. SDI 형태의 애플리케이션 구조를 가지며, SDR 단말 장치에 위치한 도메인 관리자(domain manager)와 통신을 위해서 CORBA를 사용한다. 통신을 위해 사용되는 CORBA는 웨이브폼 관리자에서는 OmniORB를 사용하였고 SDR 단말 장치는 ScarletORB를 사용하였으며 Windows XP 환경 하에서 웨이브폼 관리자의 이식성을 위하여 정적 라이브러리 형태로 컴파일 하였다. 각 컴포넌트의 연결정보와 무선 토폴로지는 시각적 표현을 위하여 flowchartX ActiveX 컨트롤을 사용하였으며, 애플리케이션의 효율적인 표시를 위해서 Macromedia Flash ActiveX 컨트롤을 사용하였다.

웨이브폼 관리자의 핵심인 CMainFrame Class에는 Domain Manager Interface, Device Manager Interface, Device Interface, Application Factory Interface, Application Interface, Resource Interface 등의 CORBA Object를 포함하고 있다. 웨이브폼 관리자는 이러한 인터페이스를 통하여 SDR 단말 장치에서 구현된 CORBA 객체와 통신하여 다양한 기능을 수행 할 수 있다.

Visual Studio 환경에서 IDL을 컴파일하기 위하여 사용자 정의 프로젝트 설정이 필요하다. XML 파일의 파싱(parsing)을 위하여 expat 라이브러리[10]를 사용하며, Scarlet Parser를 Windows XP 환경에서 사용하기 위하여 표준 라이브러리 형태로 컴파일 하였다.

웨이브폼 관리자는 실행에 필요한 각종 정보

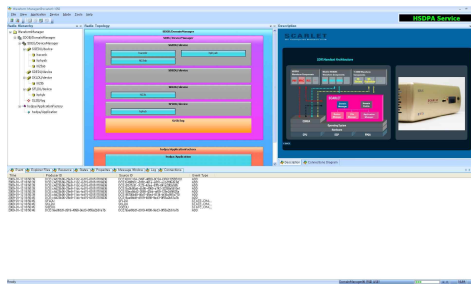
를 WaveformManager.ini 파일에 저장하고 있으며, 웨이브폼 관리자의 시작 과정에 WaveformManager.ini 읽어 프로그램 운영에 반영하게 된다. 웨이브폼 관리자의 운용을 위해서는 다수의 XML 파일이 필요하며, 이와 같은 XML 파일이 SDR 단말 장치에 위치한 도메인 관리자가 가지고 있는 XML과 동일한 내용을 공유하여야 한다. 효율적인 운영과 보고, 디버깅 기능을 위하여 웨이브폼 관리자도 네이밍 서버에 등록하게 된다.



(그림 3) 웨이브폼 매니저의 소프트웨어 구조

3.3 구성

다음은 웨이브폼 관리자의 주 윈도우의 구성 예제를 나타낸다. 웨이브폼 관리자를 실행하면 (그림 4)의 주 화면이 뜨고 모든 명령과 출력은 주 화면에서부터 시작된다.



(그림 4) 웨이브폼 관리자의 주화면

주 화면은 Menu Bar, Toolbox, Windows, Status Bar로 구성된다. 먼저 주 화면의 중앙에는 아래와 같은 다중 창을 생성한다.

1. 계층 창: 컴포넌트를 계층적으로 출력하며, 현재 연결된 단말장치의 컴포넌트들을 트리 형태로 보여 준다.

2. 토폴로지 창: 컴포넌트를 그래픽 형태로 출력하며, 현재 연결된 단말장치의 컴포넌트들을 그래픽 형태로 보여 준다. 계층 창에서의 컴포넌트와 일대일 매치되며 계층 창에서의 컴포넌트를 선택하면 토폴로지 창에서의 컴포넌트도 같이 선택된다.

3. 연결 창: 선택한 컴포넌트에 대한 연결 정보를 테이블 형태의 창으로 보여 준다. 선택한 컴포넌트 이름과 연결ID, 소스, 목적지를 보여주며, 다수개의 컴포넌트에 대한 연결 정보의 표시가 가능하다.

4. 속성 창: 선택한 컴포넌트에 대한 속성 목록(ID, 형태, 값, 내용기술)을 테이블 형태의 창으로 보여 준다.

5. 로그 창: 선택한 컴포넌트에 대한 로그 목록을 테이블 형태의 창으로 보여 준다. 다수개의 컴포넌트에 대한 로그 정보(시간, ID, 생산자ID, 생산자 이름, 수준, 로그 데이터)의 표시가 가능하다.

6. 상태 창: 선택한 컴포넌트에 대한 상태 목록을 테이블 형태(장치 이름, 사용상태, 관리상태, 운영상태)의 창으로 보여 준다.

7. 메시지 창: 단말장치로부터 디버깅 메시지(시간, 수준, 파일이름ID, 줄번호, 메시지)를 수신하여 파일에 저장한 후 보여 준다.

8. 자원 창: 단말장치로부터 애플리케이션 내의 자원 정보(애플리케이션 팩토리, 이름, ID, 프로파일)를 조회하여 보여 준다.

9. 파일 탐색창: 단말장치로부터 파일 시스템에 대한 정보(파일명, 종류, 크기, 생성시간, 수정시간, 접근시간)를 보여 준다.

10. 이벤트 창: 단말장치로부터 이벤트 메시지에 대한 정보(이벤트 시간, 생산자ID, 소스ID, 이벤트 형태)를 보여 준다.

3.4 동적 재구성 알고리즘

웨이브폼 관리자를 사용하여 SCARLET 미들웨어 플랫폼의 애플리케이션 실행시 컴포넌트 B를 컴포넌트 B+로 동적 재구성하는 알고리즘은 (그림 5)와 같다. 동적 재구성은 시스템의 재구

동없이 현재 동작중인 구성으로부터 다른 구성으로 변경하는 것을 의미한다. 알고리즘 기술시뮬줄 친 부분은 시스템의 객체를 의미한다.

- [컴포넌트 동적 재구성 알고리즘]**
1. 사용자는 재구성하고 싶은 컴포넌트 B를 사용 중인 애플리케이션을 웹브폼 관리자 GUI 화면에서 선택하고 갱신 명령을 내린다.
 2. 웹브폼 관리자는 애플리케이션이 이미 시작된 상태인지 검사한다.
 - 2.1 이미 시작되어 있으면 도메인 프로파일을 파싱하여 갱신되어야 할 컴포넌트만 추출한다.
 3. 해당 애플리케이션의 동작을 중지시킨다.
 - 3.1 컴포넌트 B를 사용 중인 컴포넌트 A, 컴포넌트 C를 중지시킨다.
 - 3.2 컴포넌트 B를 중지시킨다.
 4. 웹브폼 관리자는 해당 애플리케이션에게 컴포넌트 B를 해제(release)시키도록 한다.
 - 4.1 애플리케이션은 컴포넌트 B를 해제시킨다.
 5. 웹브폼 관리자는 애플리케이션에게 컴포넌트 B+를 생성하도록 명령한다.
 - 5.1 애플리케이션은 컴포넌트 B+를 생성하고 초기화한다.
 6. 웹브폼 관리자는 애플리케이션을 다시 시작한다.
 - 6.1 애플리케이션은 컴포넌트 B+, 컴포넌트 A, 컴포넌트 C를 시작시킨다.

(그림 5) 컴포넌트 동적 재구성 알고리즘

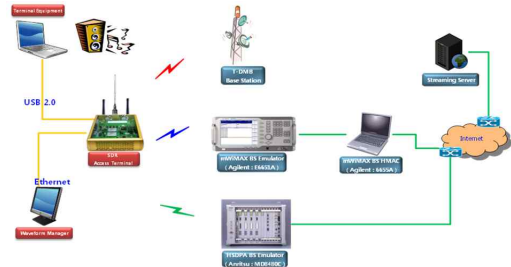
4. 시스템 검증

4.1 시험 환경

웹브폼 관리자를 사용하여 SCARLET 미들웨어 플랫폼을 사용하는 시스템을 검증하기 위하여 사용가능한 각 응용 컴포넌트 별로 시험을 진행한다. 검증을 위한 응용 컴포넌트는 HSDPA 응용 컴포넌트, T-DMB 응용 컴포넌트와 Mobile WiMAX 응용 컴포넌트가 있고 이들 응용컴포넌트의 무선규격은 모두 다르다. 웹브폼 관리자를 사용하여 각 응용컴포넌트를 설치, 생성, 시작하도록 하여 시험을 한다.

시험은 (그림 6)과 같은 환경에서 실시되며 SCARLET 미들웨어 플랫폼은 HSDPA/T-DMB/Mobile WiMAX 단말 공용 플랫폼에 실장되어 수행된다. 또한 원격지에 있는 웹브폼 관리자가 단말 공용 플랫폼에 있는 SCARLET 미들웨어와 연동하여 사용자가 HSDPA 서비스를 원할

경우 HSDPA 응용 컴포넌트를 단말 공용 플랫폼에 실장한 후 HSDPA 서비스를 제공한다. 사용자가 T-DMB 또는 Mobile WiMAX 서비스를 원할 경우에도 마찬가지로 해당 응용컴포넌트를 단말 공용플랫폼에 실장한 후 해당 서비스를 제공한다.



(그림 6) 검증용 시스템 시험환경

HSDPA 서비스 시험을 위한 동영상 플레이어와 같은 애플리케이션과 호 설정 및 해제용 GUI는 TE(Terminal Equipment)에서 실행되며 웹브폼 관리자에 의해 단말 공용 플랫폼에 실장된 HSDPA 모드의 응용컴포넌트와 연동하여 발신호 처리절차를 거친 후 스트리밍 서버를 이용한 동영상 서비스 시험을 수행한다. HSDPA Node-B와 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) 망 기능은 일본 Anritsu 사의 MD8480C 시험장비를 이용하여 실시한다.

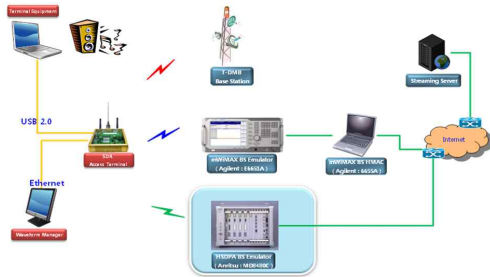
T-DMB 서비스 시험을 위한 방송수신 플레이어와 같은 애플리케이션은 TE에서 실행되며 웹브폼 관리자에 의해 단말 공용 플랫폼에 실장된 T-DMB 모드의 응용컴포넌트와 연동하여 T-DMB 기지국에서 방송 중인 T-DMB 방송 동영상을 SDR AT(Access Terminal)의 T-DMB 수신용 안테나를 거쳐 TE에 위치한 T-DMB 방송 수신용 플레이어를 통해 수신하는 시험을 수행한다.

Mobile WiMAX 서비스 시험을 위한 동영상 플레이어와 같은 애플리케이션과 호 설정 및 해제용 GUI는 TE에서 실행되며 웹브폼 관리자에 의해 단말 공용 플랫폼에 실장된 Mobile WiMAX 모드의 응용컴포넌트와 연동하여 발신호 처리절차를 거친 후 스트리밍 서버를 이용한 동영상 서비스 시험을 수행한다. Mobile WiMAX AP(Access Point) 기능은 미국 Agilent 사의 E6651A

시험장비를 이용하여 실시한다.

4.2 HSDPA 시험

HSDPA 모드 시험은 (그림 7)과 같이 이루어진다. 웨이브폼 관리자와 단말 공용플랫폼에 실장 되어 있는 SCARLET 미들웨어가 연동하여 HSDPA 응용컴포넌트를 단말 공용플랫폼에 실장하고 웨이브폼 관리자에 의해 설치, 생성, 시작 과정을 거쳐 동작하게 되며 발신 호 처리를 위한 GUI를 통해 HSDPA 기지국/망 시뮬레이터 역할을 하는 일본 Anritsu 사의 MD8480C 장비의 호 처리 블록과 연동하여 호 설정이 이루어지면 Streaming Server를 이용한 동영상 서비스 시험을 수행한다. (그림 8)은 웨이브폼 관리자와 SCARLET 미들웨어에 의해 단말 공용플랫폼에 실장된 HSDPA 응용 컴포넌트의 도면을 보여주고 있다.



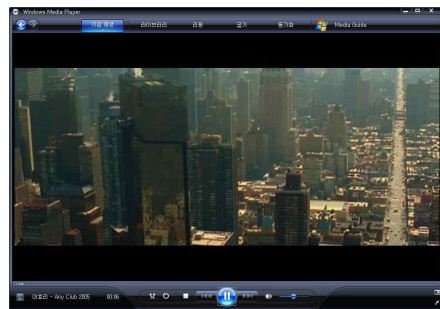
(그림 7) HSDPA 모드 시험환경 형상도



(그림 8) 웨이브폼 관리자 상의 HSDPA 응용 컴포넌트 도면

단말은 초기 전원 인가 후 기지국역할을 하는 MD8480C 장비로부터 방송(Broadcast)되는 SIB (System Information Block)를 수신하기 위해 BCCH(Broadcast Common Channel)을 연다. 단말은 HSDPA 기지국과 CN(Core Network) 역할을

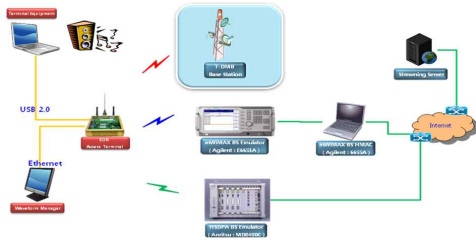
하는 MD8480C 장비와 RRC 연결설정 후 Attach 절차를 통해 자신의 위치정보를 등록한다. 단말은 HSDPA 서비스를 활성화하기 위해 PDP Context Activate 절차를 수행함으로써 패킷을 송수신할 수 있는 전용 채널을 설정한다. (그림 9)는 HSDPA 모드의 서비스 시험결과를 보여주고 있다. 발신 호 처리 절차를 위한 GUI를 통해 호 설정이 이루어진 후 스트리밍 서버를 통한 동영상 서비스 결과를 보여주고 있다. 기존 휴대폰을 통하여 서비스되는 것과 동일한 품질의 동영상 스트리밍이 가능하여 웨이브폼 관리자를 통한 HSDPA 컴포넌트의 기능이 정상적으로 동작함을 확인할 수 있다.



(그림 9) HSDPA 모드 서비스 실험결과

4.3 T-DMB 시험

T-DMB 모드 시험은 (그림 10)과 같이 이루어진다. 웨이브폼 관리자와 단말 공용플랫폼에 실장 되어 있는 SCARLET 미들웨어가 연동하여 T-DMB 응용컴포넌트를 하고 웨이브폼 관리자에 의해 설치, 생성, 시작 과정을 거쳐 동작하게 되며 T-DMB 기지국에서 방송중인 T-DMB 방송 동영상을 SDR AT(Access Terminal)의 T-DMB 수신용 안테나를 거쳐 TE에 위치한 T-DMB 방송 수신용 플레이어를 통해 수신하는 시험을 수행한다. (그림 11)은 웨이브폼 관리자와 SCARLET 미들웨어에 의해 단말 공용플랫폼에 실장된 T-DMB 응용컴포넌트의 도면을 보여주고 있다.



(그림 10) T-DMB 모드 시험환경 형상도



(그림 11) 웨이브폼 관리자 상의 T-DMB 응용컴포넌트 도면

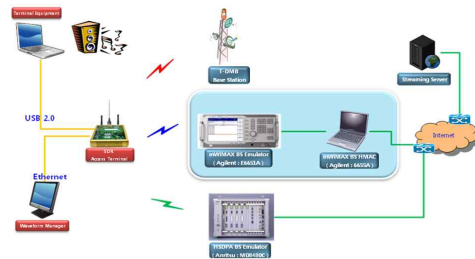
단말은 ITD3010 과 PN3030 상용 칩으로 구현된 RF Tuner와 De-modulator를 통해 수신된 T-DMB 방송 신호는 FPGA에 구현된 TS De-Mux를 지나고, DSP에 구현된 SL De-Packetizer 및 A/V Decoder(H.264, BSAC)를 통해 최종적으로 출력된다. 단말은 시청하고자 하는 채널의 중심 주파수를 설정하기 위한 PLL lock data를 I2C 통신으로 RF part에 전달한다. (그림 12)는 T-DMB 모드의 서비스 시험결과를 보여주고 있다. 대전 지역 TJB DMB 방송 동영상 수신 결과이며, 일반 DMB 수신단말에서처럼 끊기지 않고 방송을 수신함을 확인할 수 있었다.



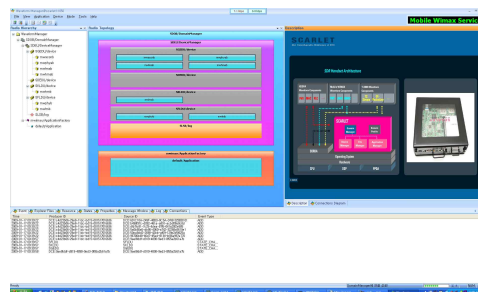
(그림 12) T-DMB 모드 서비스 시험 결과

4.4 Mobile WiMAX 시험

Mobile WiMAX 모드 시험은 (그림 13)과 같이 이루어진다. 웨이브폼 관리자와 단말 공용플랫폼에 실장 되어 있는 SCARLET 미들웨어가 연동하여 Mobile WiMAX 응용컴포넌트를 단말 공용플랫폼에 실장하고 웨이브폼 관리자에 의해 설치, 생성, 시작 과정을 거쳐 동작하게 되며 발신 호 처리를 위한 GUI를 통해 Mobile WiMAX AP(Access Point) 시뮬레이터 역할을 하는 미국 Agilent 사의 E6651A 장비의 호 처리 블록과 연동하여 호 설정이 이루어지면 스트리밍 서버를 이용한 동영상 서비스 시험을 수행한다. (그림 14)는 웨이브폼 관리자와 SCARLET 미들웨어에 의해 단말 공용플랫폼에 실장된 Mobile WiMAX 응용컴포넌트의 도면을 보여주고 있다.



(그림 13) Mobile WiMAX 모드 시험환경 형상도



(그림 14) 웨이브폼 관리자 상의 Mobile WiMAX 응용컴포넌트 도면

단말은 초기 전원 인가 후 기지국 AP(Access Point) 역할을 하는 E6651A 장비로부터 브로드캐스트 (Broadcast) 되는 DL/UL MAP, UCD(Uplink Channel Descriptor) / DCD (Downlink Channel Descriptor) 정보를 수신한다. 초기에 단말이 AP

와 MAC 관리 메시지를 주고받기 위해 AP로부터 무선 자원을 할당받는 절차로인 레인징(ranging)은 초기에 CDMA Code 값을 기반으로 AP로 랜덤 액세스하는 Initial Ranging 과정과 주기적으로 랜덤 액세스하는 Periodic Ranging 과정으로 나뉜다. (그림 15)는 Mobile WiMAX 모드의 서비스 시험결과를 보여주고 있다. 발신 호 처리 절차를 위한 GUI를 통해 호 설정이 이루어진 후 스트리밍 서버를 통한 동영상 서비스 결과를 보여주고 있다.



(그림 15) Mobile WiMAX 모드 서비스 시험 결과

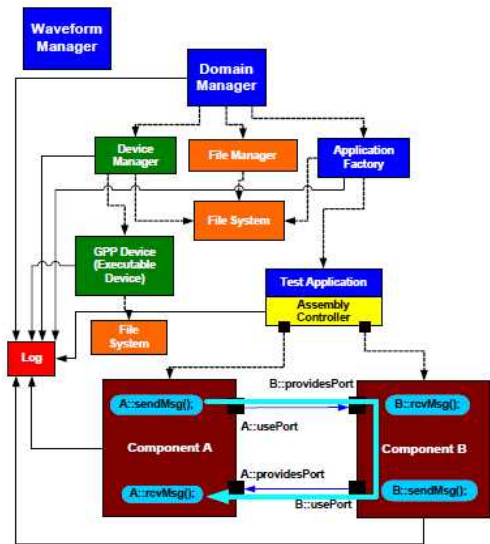
4.5 성능 시험

SCA 웨이브폼 컴포넌트를 사용하여 고속 무선 통신을 하려면 특히 물리계층과 MAC 계층 컴포넌트 간의 시간 동기화가 중요하다. 이 두 계층 간 시간 해상도(time resolution)는 물리계층의 프레임 처리에 필요한 시간보다 충분히 적어야 한다. 본 논문에서는 다중모드 SDR 단말에서 두 소프트웨어 컴포넌트 간 통신에 필요한 왕복지연시간을 측정하여 요구조건을 만족하는 지 성능 시험을 한다.

성능 시험에 사용된 하드웨어 플랫폼의 CPU는 Intel Pentium Dual CPU 3.4GHz이며, 1GB 메모리를 사용한다. 운영체제는 Fedora Core 4 Linux를 사용한다. (그림 16)은 Test Application을 포함하는 컴포넌트 구조 다이어그램이다. 도메인 관리자, 장치 관리자, 파일 관리자 등과 함께 Test Application을 추가로 등록하여 컴포넌트 A와 컴포넌트 B 간의 왕복지연시간을 측정할 수 있도록 웨이브폼 관리자에서 담당한다.

성능 시험의 평가 대상은 TCP, UDP를 사용

하여 측정된 왕복지연시간을 사용한다. 1,000회 반복하여 실행하여 평균 왕복지연시간을 측정한다. (표 1)의 성능 시험 결과의 의하면, 기존 TCP, UDP 프로토콜을 사용하는 경우 두 컴포넌트 간 평균 왕복지연시간이 메시지 크기에 따라서 각각 37.1~53.3usec, 31.8~41.1usec임을 알 수 있다. 본 논문에서 사용하는 SCARLET 미들웨어 플랫폼을 사용하는 경우에는 이보다 다소 큰 172.1~203.4usec의 평균 왕복지연시간이 소요된다. 한편 HSDPA와 Mobile WiMAX의 경우 최소 프레임 크기가 각각 2msec, 5msec에 해당하므로 측정된 평균 왕복지연시간이 프레임 처리에 필요한 시간보다 충분히 적음을 알 수 있다. 따라서 기지국의 서버에 다중모드 SDR 기능을 구현하는 데 충분하다.



(그림 16) Test Application을 포함한 컴포넌트 구조 다이어그램

<표 2> 전송 바이트 수에 대한 평균 왕복지연시간 (단위: usec)

바이트수	SCAPort	TCP	UDP
1	172.1	37.1	31.8
1,000	179.3	38.3	34.1
2,000	180.6	39.5	35.7
3,000	181.9	41.9	36.4
4,000	190.6	47.3	38.0
5,000	193.3	50.4	39.7
6,000	196.8	51.2	40.3

7,000	201.3	53.1	40.7
8,000	203.4	53.3	41.1

5. 결론

본 논문에서는 SCARLET 플랫폼과 연결되어 사용자 인터페이스 및 진단 기능을 포함하는 관리 및 제어 기능을 수행할 수 있는 웹브라우저의 구조를 제안하고 구현하였다. 성능 평가를 위하여 구현된 웹브라우저를 사용하여 SCARLET 플랫폼의 각 기능을 상세하게 제어하여 전체 시스템에 대한 검증을 하는 과정을 보여주었다. 웹브라우저를 사용하여 SCARLET 미들웨어 플랫폼을 사용하는 시스템을 검증하기 위하여 사용가능한 각 응용컴포넌트 별로 실험을 진행하였으며, HSDPA 컴포넌트, T-DMB 컴포넌트, Mobile WiMAX 컴포넌트를 모두 웹브라우저를 통하여 컴포넌트를 구동시켜 각 무선 환경에 맞게 시스템이 잘 동작함을 알 수 있었다. 본 논문에서 제안하고 구현된 웹브라우저를 통하여 향후 SDR 단말의 기능이 확장될 경우에도 쉽게 확장된 기능을 지원할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] M. Dillinger, K. Madani, and N. Alonistioti, Software defined radio : architectures, systems, and functions, Wiley, 2003.

[2] <http://www.sdrforum.org>, Software Defined Radio Forum.

[3] <http://sca.jpeojtrs.mil>, Software Communication Architecture: Home Page.

[4] 권오준, 오상철, 박남훈, “다중모드 SDR 단말을 위한 동적 컴포넌트 재구성 알고리즘 연구,” 제11권 9호, 멀티미디어학회 논문지, 2008년 9월, pp. 1277-1285.

[5] Object Management Group, Inc., Naming Service Specification, Ver. 1.3, Oct. 2004.

[6] Object Management Group, Inc., Event Service Specification, Ver. 1.2, Oct. 2004.

[7] IEEE Std., Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems, P802.16-REVd/D5, May 2004.

[8] <http://hspa.gsmworld.com>, HSPA - High Speed Packet Access.

[9] <http://www.3gpp.org>, 3GPP.

[10] <http://expat.sourceforge.net>, The Expat XML Parser.

[11] <http://www.corba.org>, Welcome to the OMG's CORBA Website.

[12] <http://omniorb.sourceforge.net>, omniORB.



권 오 준

1986년 경북대학교 전자공학과(공학사)

1992년 충남대학교 전산학과(이학석사)

1998년 포항공대 전자계산학과(공학박사)

1986년~2002년 한국전자통신연구원 선임연구원

2000년~현재 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 부교수

관심분야 : 컴퓨터네트워크, 정보보호, 무선 인터넷, 패턴인식, 인공지능



이 종 민

1992년 : 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학사)

1994년 : KAIST 전산학과 (공학석사)

2000년 : KAIST 전자 및 전산학과 (공학박사)

1997년~2002년: 삼성전자 무선사업부 책임연구원

2005년: UC at Santa Cruz, Research Associate

2002년~현재: 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 부교수

관심분야 : 모바일 컴퓨팅, 라우팅, 센서네트워크