

SDR 소프트웨어 다운로드와 재구성 기법

서영진*, 정상국**, 김한경*
 *창원대학교 컴퓨터공학과
 e-mail:jean9421@cdcs.changwon.ac.kr

SDR Software Download and Reconfiguration Technique

Young-Jin Seo*, Sang-Kook Jeong**, Han-Kyoung Kim*
 *Dept. of Computer Engineering, Changwon Nat'l University

요 약

본 논문에서는 다양한 이동 통신 서비스에 대한 호환성을 지원하는 기술인 소프트웨어에 의한 단말기 형상의 재구성을 가능하게 하는 Software Defined Radio(SDR)에 대한 내용을 기술한다. SDR의 핵심 기술 중 하나인 소프트웨어 다운로드에 대해 소개하고 이와 관련된 재구성에 대해 서술해 보기로 한다.

1. 서론

이동 통신 서비스 시장이 급격히 발달되면서 서비스 측면에서 데이터 전송속도의 한계에 따른 멀티미디어 서비스의 제한과, 망에서 단말로 다운로드 되는 데이터양이 증가함에 따른 비대칭 서비스를 위한 주파수 대역 부족이라는 문제점에 봉착하게 되었고, 이에 이동통신망은 단일 망이 아닌 위성망과 무선랜 망, 디지털 오디오 방송과 디지털 비디오 방송 망, GSM, IMT-2000 등을 모두 통합하는 복합적인 형태가 되어야 하며, 이들 망은 서로 유기적으로 연동하여 사용자가 어떤 망을 사용하는지 모르더라도 서비스가 원활 하게 유지되어야 한다.

이러한 다중모드, 다중대역, 다중기능 단말기의 특성을 지원하는 4세대 이동통신의 해법으로 SDR(Software Defined Radio)기술이 제기된다.

SDR은 각종 이동통신 서비스를 4세대 이동통신의 All-IP 기반에서 모두 통합, 상호 운용할 수 있게 응용 소프트웨어 및 Radio 소프트웨어 다운로드를 통해 소프트웨어에 의해 단말기 형상의 재구성(Reconfiguration)이 가능한 기술이다.

본 논문에서는 SDR Forum에서 제시한 SDR 소프트웨어 다운로드 방식과 프로토콜을 기술하고, 부가하여 단말기의 재구성에 대해 살펴보기로 한다.

또한, 이러한 내용을 바탕으로 SDR 소프트웨어 다운로드와 재구성 시스템을 구현하기 위한 구조를 제시한다.

2. 소프트웨어 다운로드

SDR Forum에서는 Radio 소프트웨어 다운로드를 다음과 같이 정의 한다.

Radio 소프트웨어 다운로드란 "SDR 장치에 작동이나 성능을 변경하기 위해 재구성 데이터나 새로운 실행 가능한 코드를 전송하는 프로세스"이다.

이 논문은 2002년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음

SDR Forum에서는 다운로드 소프트웨어를 Radio 소프트웨어와 Non-Radio 소프트웨어로 구분하고, Radio 소프트웨어는 재구성 데이터와 실행 가능한 코드로 <표 1>과 같이 분류한다.

<표 1> 다운로드 소프트웨어 구분

구분	내용
재구성 데이터	- 변조 기술을 위한 새로운 파라미터 - 새로운 파워레벨 - 프로그램에서 사용되는 주파수 - 운영파라미터 등
실행가능한 코드	- 새로운 디지털 신호 처리 알고리즘 - 버그 수정과 작동 업데이트 - 새로운 Radio 공중 인터페이스 등
Non-Radio 소프트웨어	- 다양한 정기 간행물, 뉴스, 정보, 메일 - MP3와 같은 멀티미디어 요소

2.1 소프트웨어 다운로드 타입

SDR Forum에서는 소프트웨어 다운로드를 다운로드 소프트웨어와 Non-Radio 소프트웨어로 나누고, Radio 소프트웨어는 주요 Radio 소프트웨어와 부가적인 Radio 소프트웨어로 나눈다.

주요 Radio 소프트웨어는 Radio 기능에 영향을 주는 소프트웨어를 의미(예, 주파수, 파워, 변조방식)하고 Radio 기능 전체와 관련되는 Radio 하드웨어와 밀접한 관련이 있다. 부가적인 Radio 소프트웨어는 장치 사용에 영향을 미치는 Radio 소프트웨어이지만 Radio 기능에는 영향을 미치지 않는 소프트웨어(예, 입력/출력 드라이버, 사용자 인터페이스)를 지칭한다.

다음 <표 2>는 소프트웨어의 타입 종류와 예이다.

<표 2> 소프트웨어의 타입 종류와 예

타입	예
실행가능한 주요 Radio 소프트웨어 (프로그램 코드)	<ul style="list-style-type: none"> - 새로운 계산과 통신 소프트웨어 - 새로운 표준 실행을 위한 공중 인터페이스 - 다른 지형에서 실행을 위한 공중 인터페이스 변경 - 향상된 모듈이나 개체 교체 - 소프트웨어 버그 고침을 위한 패치
주요 Radio 소프트웨어 데이터	<ul style="list-style-type: none"> - Radio 조작 특성을 변경하는 파라미터 (예, 주파수, 파워, 변조 파라미터) - Acceptable emission mask
부가적인 Radio 소프트웨어 실행가능 코드	<ul style="list-style-type: none"> - SDR 장치의 조작기능에 영향을 주는 Radio 소프트웨어 다운로드 - 새로운 사용자 인터페이스 - I/O 드라이버 (RF와 관련이 없는)
부가적인 Radio 소프트웨어 데이터	<ul style="list-style-type: none"> - 관련된 데이터베이스 정보 - 과금이 증명된 다운로드 실행을 위한 라이선스
Non-Radio 소프트웨어 실행가능 코드	<ul style="list-style-type: none"> - 지역 내 음식식 찾기 프로그램 - 주식분석 프로그램, MP3 플레이어 등
Non-Radio 소프트웨어 데이터	<ul style="list-style-type: none"> - 음성 패킷과 신용카드 정보와 같은 응용 데이터 - 주식시장 데이터, MP3 음악 파일 등

2.2 소프트웨어 다운로드 프로세스

소프트웨어 다운로드 프로세스는 Pre-, During-, Post-Download 단계로 나누어지며 이러한 단계를 통하여 다운로드 프로세스가 수행된다.

2.2.1 Pre-Download (준비 단계)

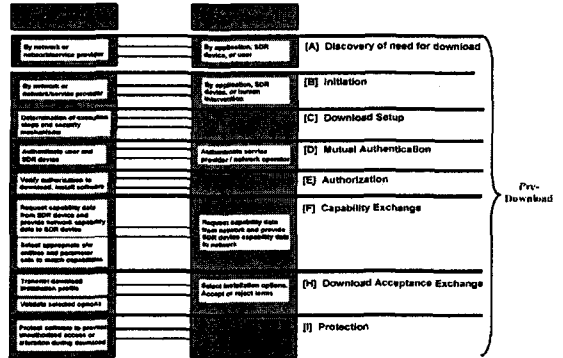
이 단계는 일종의 준비단계로서 장치에 소프트웨어 다운로드를 이끄는 일을 한다. 이러한 이벤트는 application의 타입에 의존하고, 다운로드를 위한 결정에 의해 생성되고 다음과 같은 순서로 진행된다. <그림 1>참조

2.2.2 During-Download (절차적 단계)

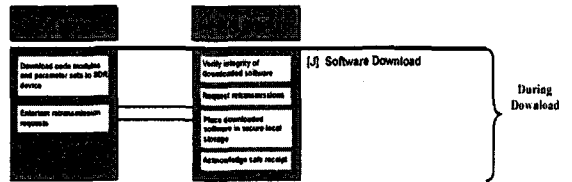
이 단계는 Pre-Download단계에서 다운로드가 결정이 되면 다운로드 프로세스가 시작되는 단계이고 다음과 같은 순서로 진행된다. <그림 2>참조

2.2.3 Post-Download (설치 단계)

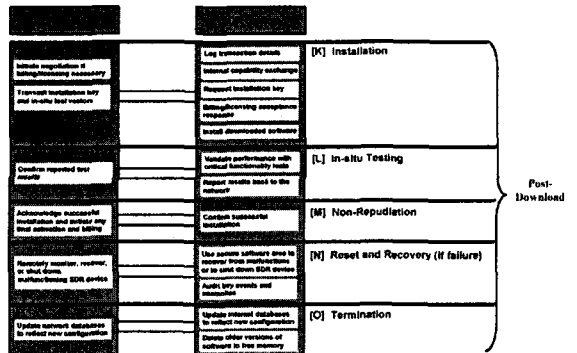
이 단계는 소프트웨어가 전송되고 무결성이 검증된 후에 발생한다. <그림3>참조



<그림 1> Pre-Download



<그림 2> During-Download



<그림 3> Post-Download

2.3 Radio 소프트웨어 다운로드 시나리오

SDR Forum의 연구 내용을 바탕으로 다운로드 시나리오를 정리한다.

다운로드 시나리오는 다음과 같은 3가지 고려사항에 의해 결정된다.

(1) 다운로드 환경

다운로드 환경은 로컬 환경, 리모트 환경으로 구분된다. 로컬 환경 다운로드에는 케이블 접속, 적외선, 블루투스, 대리점에서 기술자 등에 의한 다운로드 방법을 포함하며 Radio 인터페이스를 통한 다운로드에는 포함되지 않는다. (시나리오 7, 8)

리모트 환경 소프트웨어 다운로드는 지원되는 Core Radio 네트워크 장치에서 Radio 인터페이스를 통한 무선 이용 하는 것이다. (시나리오 1~6)

(2) 소프트웨어 변경 시기

소프트웨어가 다운로드 된 후 소프트웨어 변경은 즉시

또는 후에 활성화 될 것이며, 소프트웨어 활성화는 소프트웨어 다운로드 프로세스와 연관된 사용자와 운영자 상호작용의 기능이다.

(3) 다운로드 초기화 주제

다운로드 초기화는 네트워크, Application, 사용자에 의해 초기화 될 수 있다.

네트워크 운영자는 터미널의 성능 향상 또는 버그 수정을 위해 네트워크에 의해 다운로드를 초기화 한다.

Application은 새 공중 인터페이스모듈이 사용자의 입력에 기반 하여 필요하면 Application 센서가 업데이트를 위해 다운로드 프로세스를 초기화 한다.

사용자는 새로운 서비스의 접근을 위해 다운로드 프로세스를 초기화 한다.

위의 (1)~(3)에 의해 8가지 다운로드 시나리오가 다음과 같이 구성된다.(초기화 대상/다운로드 환경/교체 시기) 시나리오 1.

(Application / 리모트 다운로드 / 즉시 모드 교체)

먼저 Application code를 사용하여 사용자 프로파일 입력으로 요구된 공중 인터페이스 소프트웨어를 결정한다.

Application code는 적절한 다운로드를 요구하고 automated manner로 다운로드를 완료하고 모드 교체를 완료한다.

이 시나리오는 사용자 프로파일과 네트워크에서 가능한 리소스를 기반으로 사용자와 Application 소프트웨어 사이의 협상을 수반한다.

시나리오 2.

(Application / 리모트 다운로드 / 이후에 재구성)

Application code(profile application code)를 사용하여 나중에 사용되기 위한 공중 인터페이스 모듈 소프트웨어를 다운로드 하기 위해 자동적으로 사용자의 프로파일을 전송하고 다운로드를 수행한다.

사용자의 프로파일을 가지는 application 소프트웨어와 네트워크 사이의 협상을 수반할 수 있다.

시나리오 3.

(네트워크 / 리모트 다운로드 / 즉시 교체)

제한된 대역폭 가용성과 QoS 고려사항을 기반으로 대역폭을 조절하기 위해 데이터 파이프를 조정하여 공중 인터페이스 표준을 교체하는 방식이며 모드 사이의 Hard hand-off 는 데이터가 전송되는 동안 요구 될 수 있다.

시나리오 4.

(네트워크 / 리모트 다운로드 / 이후에 재구성)

버전 X에서 X+1로 업그레이드 하면서 SDR 소프트웨어를 다운로드하는 것으로 즉시 교체가 이루어 지지 않는다. 일반적인 업그레이드, 또는 핸드셋에서 문제점을 고치기 위한 특별한 패치가 있을 수 있다.

시나리오 5.

(사용자 / 리모트 다운로드 / 즉시 모드 교체)

특정 타입의 서비스(예, 높은 대역폭)을 요구하기 위해 공중 인터페이스 표준이나, 다른 공중 인터페이스 표준 지역과 서비스 제공자 사이의 이동을 바탕으로 한 새로운 공중 표준을 교체하는 것으로 사용자가 네트워크에 대한 확실한 표준의 유용성을 협상하는 것과 같은 사용자의

네트워크사이의 상호작용을 요구한다.

사용자의 프로필을 전송하는 application과 상호작용을 요구하지 않으며 사용자의 요구는 profiler application의 bypass로 충분히 스펙화할 수 있다.

트래픽 전송동안 모드사이의 hard hand-off가 요구되거나 그렇지 않을 수 있다.

시나리오 6.

(사용자 / 리모트 다운로드 / 이후에 재구성)

다른 나라로의 여행전에 한 국가에서 공중 인터페이스 표준을 다운로드하는 것으로서 공중 인터페이스 표준을 즉시 쉬프트 하지 않고, 그 단제는 독립적으로 시작된다.

사용자의 프로필을 전송하는 application과 상호작용을 요구하지 않고 사용자의 요구는 profiler application의 bypass로 스펙화한다.

시나리오 7.

(Application / 로컬 다운로드 / 이후에 재구성)

application은 이전의 사용자 입력을 바탕으로 특정한 공중 인터페이스 모듈의 로딩을 요구한다.

터미널은 아직 형상이 이루어 지지 않았으므로 셀룰러 세션에 initially join 할 수 없으므로, application은 컴퓨터의 연결, 카드, 또는 기본 무선 표준 (블루투스 같은)을 통해 공중 인터페이스 모듈의 다운로드를 요구한다.

시나리오 8.

(사용자 / 로컬 다운로드 / 이후에 재구성)

사용자가 특별한 공중 인터페이스 모듈의 로딩을 요구하는 것으로 터미널이 형상 되지 않았으므로 셀룰러 세션에 initially join할 수 없다.

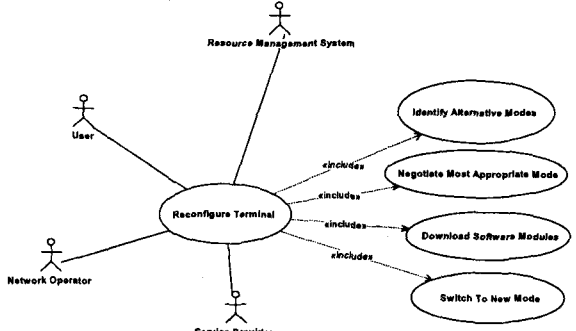
따라서, 사용자는 컴퓨터로부터의 연결을 통해, 카드를 통해 또는 기본 무선 표준 (블루투스 같은)을 통해 공중 인터페이스 모듈의 다운로드를 요구한다.

3. SDR 재구성

소프트웨어 재구성을 위해서는 소프트웨어 다운로드가 필수적이며 소프트웨어 다운로드를 통해 새로운 공중 인터페이스 표준을 변경하여 SDR 장치에 대한 새로운 기능을 추가하거나 교체할 수 있다.

다음은 이러한 소프트웨어 다운로드와 연관되어 SDR의 중요한 기능인 재구성에 대한 내용을 살펴보기로 한다.

3.1 재구성 터미널의 구조



<그림4> 재구성 가능한 터미널의 상호작용

SDR 재구성은 SDR에서 중요한 기술이며 재구성 터미

널과 네트워크간의 상호작용이 어떻게 이루어 지는지 기본적인 구조가 정의되어야 한다.

네트워크 운영자, 서비스 제공자, 사용자 사이의 상호작용에 관한 구조를 UML(Unified Modeling Language)로 나타내면 위의 <그림4>와 같이 정의 된다.

Identify Alternative Modes는 사용자에게 의해 하부에 두 가지 use-case, 즉 Unassisted Scanning과 Assisted Scanning를 가지며 각각은 터미널에 대한 대체 모드에 대한 정보를 Scanning하는데 사용이 되며 네트워크 운영자, 서비스 제공자, 각각의 다른 터미널은 이러한 부가적인 정보를 제공할 수 있다.

Negotiate Most Appropriate Mode는 Network Capability Negotiation과 Service Negotiation의 두 가지 use-case를 가지며 Network Capability Negotiation은 특정 네트워크가 적당한지 결정하기 위해 네트워크 베어러 서비스 프로파일과 사용자의 선호도를 이용하며, Service Negotiation은 요구한 서비스를 제공하기 위해 터미널에 대한 서비스 필요성과 유용성, 성능을 이용한다.

Download Software Moduls은 일반적인 소프트웨어 다운로드를 수행하는 것을 말하며 Download Method Identification과 Download Planning을 포함한다. Download Method Identification은 터미널의 자원 유용성과 사용자의 선호도, 모드 변경의 비용, 현재 모드에서의 네트워크 성능, 다운로드 서비스 유용성을 제공하여 가장 적절한 소프트웨어 다운로드 방법이 선택될 수 있도록 한다. Download Planning은 사용자가 다운로드 원하는 시간과 비용, 터미널에서의 자원 유용성을 고려하여 소프트웨어 다운로드를 언제 할것인지를 계획하는 것이다. 소프트웨어는 이러한 선택된 서비스 제공자와 선택된 네트워크를 사용하여 계획된 시간에 다운로드가 시작된다.

Switch To New Mode는 소프트웨어와 하드웨어 컴포넌트를 제공된 모드로 향상하는 것이며, Installation과 Testing, 그리고 새로운 네트워크가 선택되었다면 location을 업데이트 하는 것을 포함한다.

3.2 재구성 관리자

재구성관리자(Reconfiguration Manager : RM)는 SDR 장치내부와 네트워크 부분(Radio 소프트웨어 다운로드 서버 내)에 위치하고, 여기에서는 SDR 장치에서의 재구성 관리자에 대해 살펴보기로 한다.

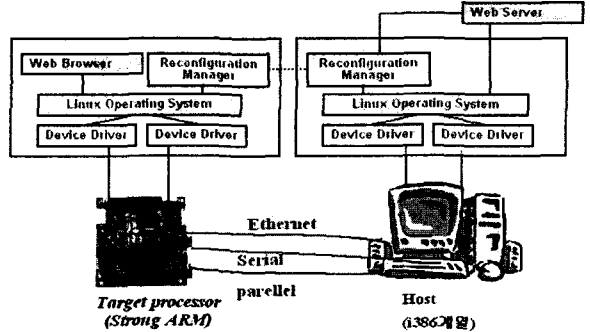
재구성 관리자는 Radio 소프트웨어 다운로드 프로세서에 연관되어 있고 다음과 같은 기능을 수행한다.

- ◆ SDR 장치의 모든 프로토콜 스택 계층의 전체 또는 부분적인 재구성을 가능하게 한다.
- ◆ SDR 장치에서 재구성 프로세서를 제어하고 관리한다.
- ◆ 어떤 예상된 형상이 제공된 Radio 시스템 표준에 따르고 주위 채널이나 시스템에 영향을 미치지 않을 것을 보장한다.
- ◆ 네트워크에 위치한 재구성 관리자와 통신하여 Radio 소프트웨어 다운로드와 재구성을 동일하게 향상한다.

3.3 데모용 시스템 구현 구조

다음 <그림 5>는 현재 우리가 연구 중인 소프트웨어

다운로드와 재구성을 구현하기위한 시스템의 구조도이다.



<그림 5> 소프트웨어 구현 구조

Host는 i386계열의 리눅스 운영체제로 형성되어 있고, 재구성 관리자가 시스템내에 내장되어 있는 일종의 기지국이라 할 수 있다.

Target은 임베디드 시스템인 Strong ARM 계열로 최소화된 리눅스 시스템을 운영체제로 가지며, Host와 마찬가지로 재구성 관리자가 내재하며, Target의 상황을 모니터링하기 위한 웹브라우저가 내장되어 있는 일종의 SDR 장치라 할 수 있다.

Host는 Target에서 운영되고 있는 공중인터페이스에 대한 장치 드라이버를 보유하고 있으며, Target에서 새로운 드라이버를 요구할 때 외부의 웹서버를 통한 네트워크 푸쉬 형태로 장치 드라이버를 다운받아 target에 전송한다.

Target은 Host의 재구성 관리자로부터 장치 드라이버를 다운로드 받고, 형상을 재구성하며, Host의 재구성 관리자를 Target의 형상과 동일하게 만든다.

4. 결론 및 향후 연구방향

이상으로 SDR에서 소프트웨어 다운로드와 재구성에 대해 알아보았다.

향후에는 앞에서 살펴본 SDR 소프트웨어 다운로드와 재구성에 대한 내용을 바탕으로 앞에서 제시한 시스템을 사용하여 Host 시스템에서 Target 시스템으로 소프트웨어 다운로드를 시도하여 재구성이 이루어지는지 테스트하고 보완하도록 하겠다.

위의 시스템은 초기 버전으로 4~5 state로 단순하게 구현할 예정이며, 기능이 확인이 되면 SDR 다운로드 프로토콜에 맞게 확장할 예정이다.

참고자료

- [1] SDR Forum : <http://www.sdrforum.org>
- [2] WAP Forum : <http://www.wapforum.org>
- [3] ARRL : <http://www.arrl.org/tis/info/sdr.html>
- [4] Enrico Buracchini, "The Software Radio Concept", IEEE Communications Magazine, Sep,2000
- [5] W.Tuttlebee, "Software Defined Radio, Enabling Technologies," John Wiley & Sons, West Sussex England, 2002
- [6] 홍성호, 조동호, "SDR을 위한 RTOS와 내장형 미들웨어의 설계", 통신학회지, 제19권 11호, 11월 2002년
- [7] 이현우, 정상국, 김한경, "SDR 소프트웨어 구조 및 다운로드", 전자공학회지, 제30권 4호, 2003년