

3G Evolution 무선 접속 프로토콜 SDL 설계

김재우^o 김태형 이재형 홍창표 양치평
 금오공과 대학교 컴퓨터공학과
 {eva0191^o, thkim, zzen, cphong, santwind}@kumoh.ac.kr

SDL Design of Wireless Access Protocols for 3G Evolution Systems

Jaewoo Kim^o, Tae-Hyong Kim, Jae-Hyong Lee, Changpyo Hong, Qiping Yang
 Department of Computer engineering, Kumoh National Institute of Technology

요약

본 논문에서는 무선 랜과의 인터워킹 등 새로운 특징을 갖는 주요 기능들을 추가하기 위한 기반 시스템인 3G Evolution 시스템 개발에 필요한 액세스 시스템 내의 서브 시스템인 RRCS(Radio Resource Control Subsystem)를 구현 및 검증하기 위하여 단말-기지국간 무선 액세스 프로토콜을 형식 기술 언어인 SDL(Specification and Description Language)을 이용해 구현하였다. 여기서 효율적 시스템 설계를 위해 복잡한 각 메시지 처리 함수는 C 언어를 이용해 라이브러리화하고 이를 SDL 시스템 내에서 호출하도록 지원하는 방법을 사용했다.

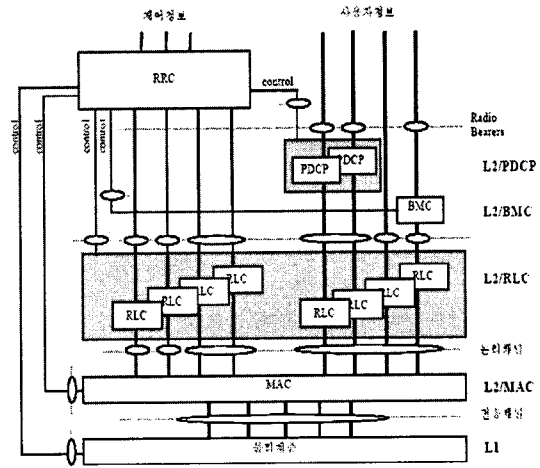
1. 서론

최근 이동 통신 기술 개발 분야에서는 3 세대 이동통신을 진화시키기 위한 4 세대 기술연구가 국내외에서 이미 진행 중이며 3GPP(Third Generation Partnership Project) 표준화 단체에서도 3G Evolution 에 대하여 이동통신 표준을 정하기 위한 작업을 2004 년 11 월부터 진행 하고 있다. 3G evolution 시스템은 새로운 EUTRA(UMTS Terrestrial Radio Access Network) 및 AIPN(AI-IP Network)에 기반한 시스템으로 3GPP 에서 현재 요구사항 및 상위 레벨 구조를 정의하는 단계로 구체적인 실체가 아직 나와 있지 않은 상태이다.

따라서 그러한 시스템의 설계와 검증을 위해 프로토콜 명세를 SDL(Specification and Description Languages)과 같은 통신 프로토콜의 형식 기술 기법을 이용하여 기술 함이 필요하다. 3G Evolution-2005 시스템은 3GPP R6 2005 3 월 버전 [1]의 규격에 기초하여 무선 랜과의 인터워킹 등 새로운 특징을 갖는 주요 기능들을 추가하기 위한 기반 시스템으로 현재 한국전자통신연구원(ETRI)에서 개발 진행 중이다. 본 논문의 주된 부분은 ETRI 의 3G Evolution-2005 시스템의 개발의 일환으로써 3G Evolution-2005 시스템의 ASS(Access System Subsystem) 즉 주요부분인 RRCS(Radio Resource Control Subsystem) 서브시스템의 구현 및 검증을 위해 단말-기지국간 무선 액세스 프로토콜을 형식 기술 언어인 SDL 을 이용해 구현한 부분이다.

RRCS 서브시스템의 구현 및 검증을 위해 통신 프로토콜의 명세 기술을 위한 형식 언어인 SDL 을 사용함으로써 얻을 수 있는 장점을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 구조적 설계가 용이해진다. 둘째, 설계 및 구현 시스템의 가독성이 높아지게 된다. 셋째, 설계된 시스템 검증의 용이성으로 시스템의 신뢰성 확보가 용이해진다. 이때 시스템 내에 존재할 수 있는 deadlock, unspecified reception 등의 오류를 신속하게 발견할 수 있으므로 신뢰성 있는 시스템의 구현이 가능하다.

그림 1 은 3G Evolution-2005 시스템의 기반이 되는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)프로토콜 구조이다 [2]. RRC(Radio Resource Control)계층은 UTRAN 과 UE(User Equipment)내에서 하위계층의 설정과 변경 또는 해제를 담당한다. RRC 계층은 3G Evolution-2005 내에 RRCS 시스템에 해당되고 PDCP(Packet Data Convergence Protocol)와 RLC(Radio Link Control) 부분은 3G Evolution-2005 시스템에서 HMAC(Higher MAC)으로 구현된다.



[그림 1] UMTS 프로토콜 구조

3G Evolution-2005 시스템의 SDL 구현 및 검증 대상은 RRCS 서브시스템에 국한되나 검증을 위해서는 단말-기지국간 무선 접속 프로토콜 시스템을 모두 SDL 로 구현하여 이를 검증하게 된다. 구현 방법에 대한 보다 구체적인 내용은 3 장에서 자세히 설명할 것이다.

2. 설계 접근 방법

3G Evolution-2005 시스템에서 복잡한 메시지 처리 함수 부분은 신속하고 효율적인 설계를 위하여 기존의 방법과 같이 C로 구현하여 라이브러리화하고 SDL 시스템 내에서 호출하도록 하는 방법을 사용하였다. SDL은 구문의 제약과 함수 라이브러리의 부족으로 C언어와 같은 유연성이나 다양한 함수를 사용하는 데 어려움이 있다. 본 연구에서는 SDL 도구로 Telelogic사의 Tau G1 SDL Suite[5]를 사용하였는데 Tau는 이런 경우 SDL 내부에 inline C 코드를 이용하여 구현이 가능하며 필요에 따라 특정부분은 C언어로 구현하여 통합할 수 있다. 또한 기존에 작성된 라이브러리나 헤더 파일들을 SDL 내부에서 재정의 하지 않고 SDL 도구의 import 및 translate 기능 등을 이용하여 SDL 내에서 호출이나 사용이 가능하다. 이러한 기능들을 이용하면 C 엔지니어들을 SDL 및 SDL 도구를 이용할 수 있도록 적은 부담으로 유도할 수 있다. 관련 기능 들은 SDL 도구의 고유한 것이므로 정확하고 효과적인 이용을 위해서는 해당 도구를 잘 숙지해야 한다.

3. RRCS 시스템 설계 기법

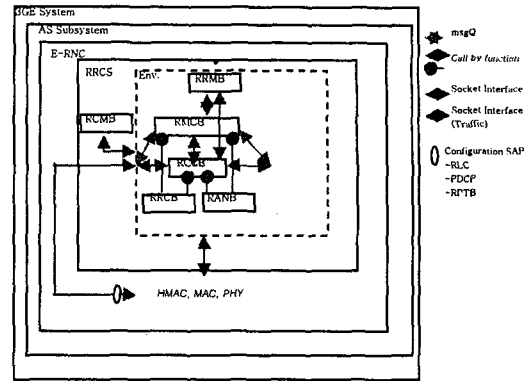
이 절에서는 RRCS 시스템 SDL 설계기법과 C언어를 적절히 병용하여 설계한 시스템 설계기법을 설명한다. 그리고 구현된 주요한 SDL 블록을 보여준다.

3.1 RRCS C 라이브러리 작성

ETRI가 제안한 3G Evolution-2005 시스템의 개념과 구조 그림 2와 같다[3].

ASS(Access System Subsystem)의 E-RNC는 그림 2와 같이 RRCS(Radio Resource Control Subsystem), HMAC, MAC, PHY로 구성되어 있다. RRCS에서 RCMB(Radio Cell Management Control Block)를 제외한 나머지 다섯 개의 블록 즉 RRCB(Radio Resource Management Control Block), RMCB(Radio MBMS Control Block), RCCB(Radio Call Control Block), RRCB(Radio Resource Control Block; RRC 프로토콜), RANB(Radio Access Network Block; RANAP 프로토콜)는 SDL로 설계되어 SDL Environment 상의 소켓 인터페이스를 통하여 타 서브시스템(HMAC, MAC, PHY)과 인터페이스를 수행하며 동일 서브시스템 내 RCMB와 소켓 인터페이스를 수행한다. SDL Environment 내에서의 블록들은 라이브러리 형태로 제공(예, RRCB, RRCB, RANB)되어 RCMB 혹은 RCCB에 의한 라이브러리 함수 호출에 의한 인터페이스 방식과 SDL에서 제공하는 메시지 큐를 이용한 두 가지 인터페이스 방식이 존재한다. SDL에서 제공하는 메시지 큐에 의한 인터페이스는 RCMB와 SDL Environment, RCCB와 SDL Environment, RCCB와 RCMB 사이의 인터페이스에 적용된다.

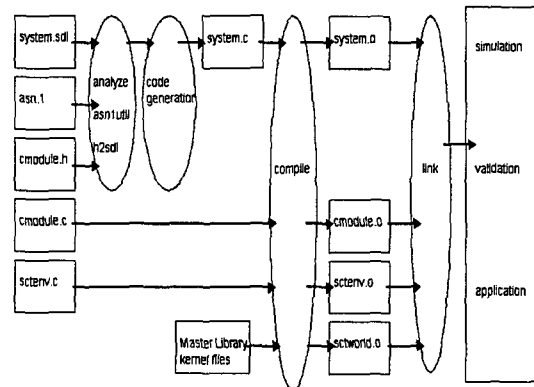
3G Evolution-2005 시스템의 ASS측 RRCS 시스템은 SDL로 구현되는 RRCS의 검증용을 위해 UE측과 UTRAN측의 프로토콜 계층을 SDL 시스템으로 설계한다.



[그림 2] RRCS 구조 및 다른 서브시스템과의 인터페이스

서론에서 살펴본 것처럼 이것은 구조적 명세 기술 언어인 SDL의 큰 장점으로 시스템의 구조적 설계가 가능하고 구현 시스템의 가독성이 높아지는 장점을 갖는다.

RRCS 검증 시스템의 SDL 구현 방법은 전술하였듯이 SDL 시스템 내에서 UTRAN측과 UE측 모두 메시지를 처리하는 주요 기능은 C함수로 구현하는 하이브리드 구현 방식을 사용한다. 다음 그림 3은 Telelogic Tau 사용시 ASN.1으로 기술된 데이터 부분과 C로 구현된 부분을 포함한 시스템 구조에서 Simulation, Validation, Application을 생성하는 방법을 나타낸 것이다. 그림 3에 나타난 것과 같이 ASN.1 명세[4]는 일반적으로 Telelogic Tau의 ASN.1 모듈을 이용하여 처리하고 SDL 명세와 함께 코드가 생성된다. 기존에 C로 작성된 라이브러리는 SDL 명세와는 별도로 컴파일되어 링크된다. 이때 SDL 시스템 내부에서 C 라이브러리의 함수들을 사용하기 위해서는 관련 헤더파일을 포함시켜 코드를 생성한다.



[그림 3] Telelogic Tau의 프로그램 생성 흐름도

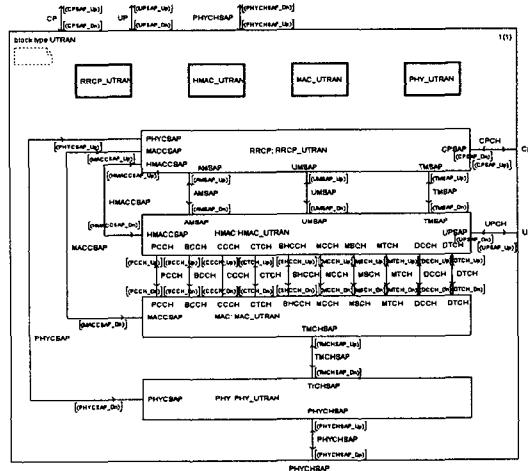
한편, SDL 시스템 외부 환경과의 인터페이스를 위해서는 별도로 환경 처리 함수들을 편집하여 링크시켜야 주어야 한다.

그러나 실제로 ASN.1 명세의 처리를 위해 Telelogic Tau의 ASN.1 모듈을 사용하지 않는데 이는 ASN.1으로 인코딩/디코딩 하는 메시지의 처리를 별도의 C 라이브러

리를 통해서 수행하기 때문이며 따라서 ASN.1 명세의 처리를 위해 ASN.1C 라는 별도의 ASN.1-to-C 컴파일러를 이용한다.

3.2 UTRAN 측 SDL 설계

UTRAN 블록 타입의 최상위 구조는 그림 4 와 같다. UTRAN 측의 SDL 설계는 3GPP 표준을 따라 계층별로 RRC, MAC, PHY 블록으로 설계되었다. 각 계층 간의 인터페이스도 최대한 3GPP 표준을 따르도록 하였다. 다만 MAC 과 PHY 계층 블록은 데이터를 적절히 릴레이 시켜주고 RRC 블록으로부터 제어 SAP(Service Access Point)으로 보내어지는 제어 메시지에 대해 표준 명세에 따라 응답 메시지를 보내주는 정도로 단순하게 디자인된다. UE 측의 경우 UTRAN 측과 거의 동일한 프로토콜 계층 구조를 갖는다. UTRAN 블록과 구별되는 것은 RRC 계층 블록 상위에 NAS 계층 블록이 존재하는 것이다.



[그림 4] UTRAN 블록 타입의 SDL 다이어그램

3.3 UE 측 RRCS 설계

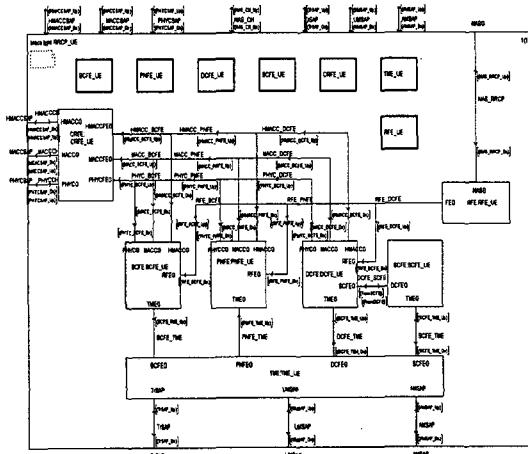
UE 블록 내 RRCS 블록의 설계는 3GPP R6 3월 버전에 제시된 구조를 준수하여 BCPE, PNFE, DCFE, SCFE 의 하위 블록으로 구성되고 외부로부터 각 블록으로 주고 받는 메시지의 라우팅을 위해 RFE, CRFE, TME 의 라우팅 블록을 포함하고 있다. 여기서 호 설정과 관련된 기능은 대부분 DCFE 블록 내에 구현되고 MBMS 서비스에 관련된 기능 부분은 BCPE 블록 내에 구현되었다.

4. 결 론

본 논문에서는 시스템의 설계 효율성을 높이기 위해 C 언어를 이용해 각 메시지 처리 함수를 라이브러리로 하고 이를 SDL 시스템 내에서 호출하도록 하는 SDL 과 C 언어의 병행 설계 기법을 이용해 3G Evolution-2005 시스템의 서브 시스템인 RRCS 를 설계하였다. 이와 같은 방법은 서론에서 살펴본 바와 같이 기존의 설계 기법의 많은 부분을 공유하여 SDL 시스템 설계의 부담이 적다는

장점이 있다. 그러나 SDL 시스템에서 C 언어로 구현된 부분은 검증의 영역에서 제외되므로 C 라이브러리 함수 부분은 별도로 검증을 수행해야 하기 때문에 검증 성능이 낮다는 단점을 가지고 있다.

향후에는 C 언어를 사용하지 않고 SDL 만을 이용하여 시스템을 설계 및 구현하여 SDL 과 C 를 사용한 방법과 여러가지 측면에서 장단점을 비교하고 시스템 설계시의 접근 방법에 대한 가이드라인을 제시할 것이다. 이러한 가이드라인은 가독성 및 검증 부분에서 강력한 장점을 갖는 SDL 을 사용하여 시스템을 설계하려는 엔지니어에게 보다 용이하고 효과적으로 SDL 을 이용한 설계를 가능하게 함으로써 시스템의 신뢰성을 높이는 데 크게 기여할 수 있을 것이라 기대된다.



[그림 5] UE RRC 블록의 SDL 다이어그램

5. 참고문헌

- [1] 3GPP Technical Specification 25.331 " Radio Resource Control(RRC) ; protocol specification"
- [2] Heikki Kaaranen 외 4 인 " UMTS Networks" ,406, JOHNWILEY 2005
- [3] 3G-2005/RRC 서브시스템 설계서 , ETRI
- [4] John Larmouth, ASN.1 Complete " ASN.1 Overview and Further Details" 385, 1999,5
- [5] Telelogic AB, Tau Generation 1 SDL Suite, 2004