

핸드오버 절차 검증 및 적합성 시험

박원근* 남영호 정광렬

경상대학교 컴퓨터과학과*, 경상대학교 컴퓨터교육학과, 한국전자통신연구원 IMT-2000 개발본부
bus@rtp.gsnu.ac.kr*, yhnam@nongae.gsnu.ac.kr, krjung@etri.re.kr

Verification and Conformance Testing of Handover Procedure

Won-Geun Park*, Young-Ho Nam, Kwang-Ryul Jung

Gyeong-Sang Univ. Dept. of Computer Science*

Gyeong-Sang Univ. Dept. of Computer Education

ETRI IMT-2000 System Development Division

요 약

무선 자원 제어 프로토콜에서는 각 기지국 영역을 벗어나 다른 기지국으로 이동할 때 통화의 단절 없이 계속 유지하는 핸드오버 기능이 필수적이다. 핸드오버는 이동 통신 네트워크에서 필수적인 하나의 수단으로 현재 서비스 중인 연결의 협상된 서비스의 질을 유지하면서 단말기의 이동성 보장을 목표로 한다. 본 논문에서는 Telelogic사의 통신 시스템 통합 개발 도구인 SDT와 ITEX를 이용하여 현재 3GPP 진영에서 개발중인 IMT-2000/비동기방식 무선 인터페이스 중 무선 자원 제어 프로토콜의 핸드오버 절차를 SDL로 명세하고, 정확성을 검증한다. 그리고 검증된 핸드오버 절차의 적합성 시험을 수행한다.

1. 서론

복잡하고 대규모화 되고있는 통신 소프트웨어인 무선 프로토콜 설계자의 주요 관심사는 규격을 올바르게 설계하였는가 하는 것이다. 그러나, 무선 프로토콜의 설계와 시험 단계에는 프로토콜 교착 상태(deadlock), 비정상적인 도달(unspecified reception), 상태 모호성(state ambiguity) 등과 같은 잠재적인 설계 오류로 인해 발생하는 문제점들이 존재한다. 이를 위해 각종 검증 수단을 이용한 정확한 확인 및 평가가 필요하다. 무선 프로토콜 설계 검증은 대상 프로토콜 명세와 모델링 단계를 거쳐, 구현 이전에 정형적인 방법으로 그 정확성을 미리 검증해봄으로써, 설계시 내재할 수 있는 오류를 제거하고 개발시간과 비용을 절감할 수 있게 한다.

본 논문에서는 IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000)/비동기 방식인 UMTS(Universal Mobile Telecommunication Systems)의 L3(Network Layer)계층 RRC(Radio Resource Control)[10] 프로토콜의 핸드오버(HandOver) 절차에 대한 설계 및 검증을 하고, 적합성 시험을 수행하였다. 설계 및 검증을 위해 RRC 프로토콜 규격 명세 기술 언어인 SDL(Specification and Description Language)[2,4]로 명세하고, Telelogic사의 통신 시스템 개발 도구인 SDT(SDL Design Tool)[11]를 이용했다. 적합성 시험을 위해서는 ITEX(Interactive TTCN Editor and eXecutor)에서 제공하는 Simulator와 Validator를 이용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 RRC 프로토콜 핸드오버 절차를 기술하고, 3장에서는 SDT를 이용한 RRC 프로토콜 핸드오버 검증 및 적합성 시험 계획 생성 절차, 설계 그리고 설계한 시스템에 대

한 검증 결과를 제시한다. 또한 ITEX를 통한 적합성 시험에 대한 결과를 보이고, 마지막으로 4장에서는 결론을 제시한다.

2. RRC 프로토콜 핸드오버 절차

핸드오버란 UE(User Equipment, 단말기)가 서비스중인 기지국(또는 섹터) 영역을 벗어나 다른 기지국으로 이동을 할 때, 계속 통화를 유지하기 위해 통화를 이동한 셀로 바꾸어주는 것을 말한다.

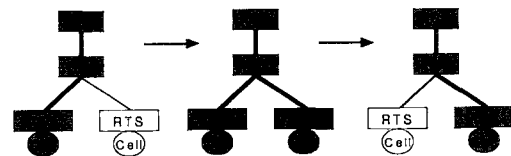


그림 1 Inter-RTS(Intra-RNC) 핸드오버.

핸드오버의 종류는 크게 소프트(Softer)/소프트(Soft) 핸드오버와 하드(Hard) 핸드오버로 나눌 수 있다. 소프트/소프트 핸드오버는 이벤트 발생시 동일 주파수, 동일 프레임 셋, 동일 교환국에 속해 있는 기지국 또는 섹터간의 핸드오버로 기존의 통화를 그대로 유지하면서, 새로운 통화를 지원하는 방식이다. 하드 핸드오버는 다른 교환국에 속해 있는 기지국으로 이동할 때 기존의 통화하던 회선을 먼저 끊고, 새로운 기지국으로 연결하는 방식이 되겠다.

본 논문에서 3GPP의 UMTS는 소프트 핸드오버를 포함하는 기지국 내 셀간 핸드오버, 하드 핸드오버와 소프트 핸드오버를 포함하는 기지

국간 핸드오버, 하드 핸드오버와 소프트 핸드오버, 소프트/소프트 핸드 오버를 포함하는 교환국간 핸드오버 형태를 지원한다. RRC 프로토콜에서는 프로토콜 상태 혹은 단말기의 채널 환경에 따라 핸드오버 형태가 결정된다. 본 논문에서는 서로 다른 기지국에 속한 셀 간에 이루어지는 핸드오버로서 소프트 핸드오버와 하드 핸드오버가 가능한 RNC(Radio Network Controller, 교환국)내의 RTS(Radio Terminal Station, 기지국)간 모델을 이용하여 시스템을 설계하였다.

3. RRC 핸드오버 검증 및 적합성 시험 계열 생성

3.1 검증절차

SDT를 이용한 RRC 프로토콜 검증 절차는 그림 2와 같이 설계, 편집, Validation과 Simulation을 통한 검증 과정과 적합성 시험을 통해 Test Case를 만들어 내는 과정을 거친다. 먼저 RRC 프로토콜 규격서를 분석, 설계하여 SDL로 명세하고 분석기를 통하여 발생할 수 있는 SDL상의 구문적, 의미적 오류를 검출하여 수정한다.

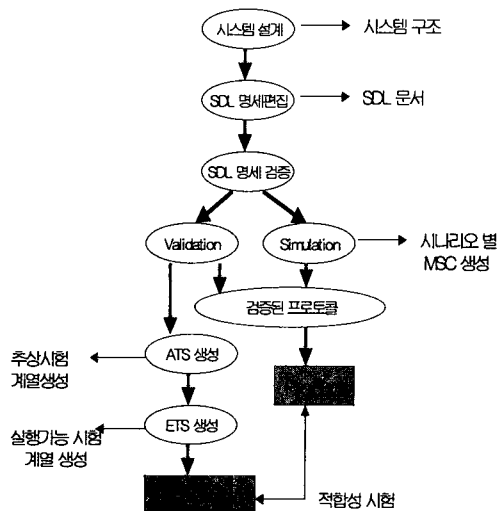


그림 2 프로토콜 검증 및 적합성 시험 계열 생성 절차

Simulator를 통하여 미리 설정한 신호 흐름의 시나리오에 따라 단말기와 기지국간의 신호 및 PDU(Packet Data Unit)들의 송수신이 정확하게 이루어지는지 검증한다. 이 단계의 중요한 출력은 MSC(Message Sequence Chart)[3,8]이다. 또한 Validator를 이용하여 SDL 시스템의 실행 시간에 발생할 수 있는 여러 가지 오류를 검출한다. 생성한 MSC와 Validation 결과를 바탕으로 Product를 생성하고, Autolink나 TTCN Link를 통해 ATS를 생성한다. ATS는 TTCN-SDL Co Simulator를 수행하여 ETS로 변환하고, 이를 다시 시뮬레이션 하여 생성한 Test Case가 프로토콜 규격에 적합함을 기술하였다.

3.2 RRC 핸드오버 설계 및 SDL 명세

본 논문의 RRC 프로토콜 핸드오버는 시스템, 블록, 프로세스, 그리고 프로시저 네 가지 주요 요소들로 구성되고, 프로세스 내에서 사용할 수 있는 서비스 개념들이 존재한다. 이중 시스템 레벨 명세는 각 단위 시스템의 정적 구조를 하나 이상의 블록으로 구성하여 각 블록들간의 상관관계를 기술하고, 채널을 통해 블록간 데이터를 전송한다. 본 논문에서 설계한 RRC 프로토콜의 전체 개요는 그림 3과 같다. 설계한 시스템 RrcSys는 크게 좌측의 UE와 우측 RNC간

의 무선 인터페이스 구조로 되어있다. 본 논문의 쟁점은 RRC 프로토콜의 핸드오버 절차를 검증하기 위한 것으로 그 상위 계층은 NAS(Non Access Stratum)로 명하여 그 행위를 단순화 시켰고, 물리 계층과 핸드오버 기능을 하는 RTS 블록을 추가하여 시스템을 설계하였다.

블록 레벨 명세에서는 각각의 기능별로 분화된 하나 이상의 프로세스들로 구성되어 이들간의 상관관계를 나타내고, 프로세스와의 통신은 라우트(Route)를 통하여 이루어진다. 시스템 레벨 명세에서 명시한 채널은 하나 이상의 라우트와 연결되어 있고, 라우트를 통하여 전송되는 시그널들은 채널을 통해 전송되는 시그널 리스트의 부분이다.

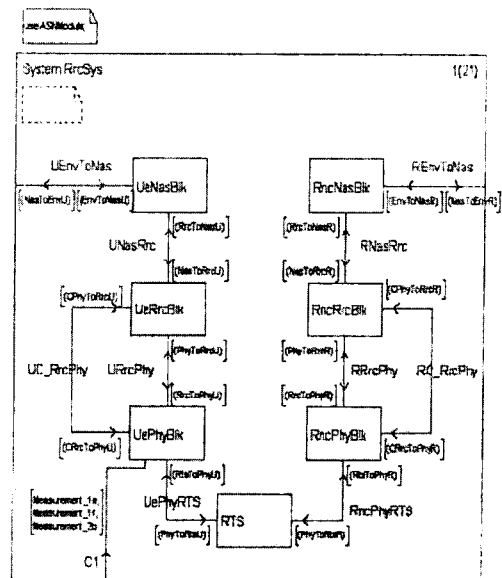


그림 3 RRC 시스템 View

프로세스는 프로토콜의 부분적인 실제 행위를 명세하는 부분이다. 변수 선언, 상태 기술, 상태 전이를 위한 시그널 입·출력, 각 상태 간에 발생하는 행위(Task, Decision 등)들을 기술한다. 본 연구에서는 RNC RRC와 UE RRC 각각의 연결관리, 무선 베어러 제어 절차, 핸드오버 절차 등을 수행하도록 명세하였다.

RRC 프로토콜에서 사용하는 모든 메시지의 자료구조는 ASN.1(Abstract Syntax Notation One)[1,7]으로 정의하였다. ASN.1은 데이터 타입과 값의 명세를 위해 ISO와 ITU에 의해 표준화한 포괄적인 표기법이다. 이런 ASN.1을 RRC 메시지 자료구조 정의를 위해 사용한 가장 큰 이유는 이 언어가 시험 계열 생성을 위한 TTCN의 기초가 된다는 것이다.

3.3 RRC 프로토콜 핸드오버 검증

명세된 SDL을 분석기를 통해 구문적, 의미적인 오류를 검사하여 설계과정에서 발생할 수 있는 입·출력 오류, 잘못된 채널의 지정, 다중 수신 오류 등을 수정하였다. 그리고, Simulator를 통해 MSC를 생성하여 정해진 절차 시나리오를 만족하는지 검사하였다. Validator를 통해서 SDL 시스템이 동적으로 도달 가능한 모든 실행 경로를 검사함으로써 시스템과 생성한 MSC 간의 일관성을 검증하였다. 본 논문에서는 검증을 위한 도구로 SDT의 Targeting Expert Tool을 이용하였다. 그림 4,5,6은 본 논문에서 설계한 SDL 명세를 바탕으로 생성한 MSC의 일부이다.

