

# ATM 프로토콜 적합성 시험시스템의 개발과 적용

(Development and Application of ATM Protocol Conformance  
Test System)

강성원<sup>†</sup> 서영수<sup>\*\*</sup> 홍미정<sup>\*\*\*</sup> 양준환<sup>\*\*\*</sup> 고일국<sup>\*\*\*</sup>  
(Sungwon Kang) (Youngsoo Seo) (Mijoeng Hong) (Junhwan Yang) (Ilkook Koh)

강득윤<sup>\*\*\*</sup> 유상조<sup>\*\*\*\*</sup> 이채우<sup>\*\*\*\*</sup> 김명철<sup>\*\*\*\*\*</sup>  
(Deukyoon Kang) (Sangjo Yoo) (Chaewoo Lee) (Myungchul Kim)

**요약** 본 논문에서는 ATM 통신프로토콜을 위한 자동시험시스템인 ACTS(ATM Conformance Test System)의 개발과 적용을 소개한다. ACTS는 ITU-T 또는 ATM Forum의 ATM 사용자-망 접속 표준을 준용하는 ATM 단말과 망장비의 프로토콜적합성을 확인하는데 사용된다. 본 논문에서는 ACTS 개발에 사용된 방법을 소개한 뒤, ACTS를 실제 ATM 단말과 장비에 적용한 사례들을 소개한다. ACTS의 적용을 통하여 시험대상 장비들이 지닌 프로토콜구현상의 문제점을 파악하였고, 문제에 대한 원인분석을 수행하였다. 또한 이러한 문제점들이 상호운용에 미치는 장애를 예측함으로써, ACTS를 상호운용하는 ATM 장비를 확보하기 위한 유용한 도구로 사용할 수 있음을 보인다.

**Abstract** This paper presents development and application of ACTS(ATM Conformance Test System), an automated test system for ATM protocols. ACTS is a test system that checks conformance of ATM terminal and network equipment implementing either ITU-T or ATM Forum user-network interface. This paper, after presenting the methodology and process used for developing ACTS, conducts case studies of its applications to real ATM equipment. By applying ACTS, we were able to detect numerous problems in protocol implementations of ATM equipment and analyse causes of the problems, thereby demonstrating the efficacy of ACTS as an efficient automated testing tool. Furthermore, by predicting the potential effects of the problems on interoperability, we show how ACTS can be used as a useful tool for ensuring interoperable ATM equipment.

## 1. 서론

통신 서비스에 대한 사용자의 요구가 고속화, 대용량화, 멀티미디어화되어감에 따라, ATM(Asynchronous Transfer Mode)은 B-ISDN(Broadband-Integrated Services Digital Network) 서비스를 제공하기 위한 기반 기술로 채택되었다. 이에 따라 ATM에 기반하여 전 세계를 하나로 묶는 고속 통신망 구축을 목표로, 국가마다 고속 기간통신망을 구축하고 있다. 국내에서도 1993년부터 ATM에 기반한 초고속통신망 구축을 국가적 사업으로 시작하여, 21세기의 본격적인 서비스를 앞두고 안정된 국내망 구축을 위하여 노력하고 있다. 한편 ATM 망을 구성하기 위하여 국내외의 다양한 제조업체에 의하여 만들어진 다양한 통신장비가 사용되어질 것

<sup>†</sup> 종신회원 : 한국통신 연구개발본부 연구원  
kangsw@sava.kotel.co.kr

<sup>\*\*</sup> 정회원 : 한국통신 연구개발본부 연구원  
ysseo@kt.co.kr

<sup>\*\*\*</sup> 비회원 : 한국통신 연구개발본부 연구원  
lhdo@sava.kotel.co.kr  
jhny@sava.kotel.co.kr  
kok@sava.kotel.co.kr  
dykang@kt.co.kr

<sup>\*\*\*\*</sup> 비회원 : 한국과학기술원 전기및전자공학과  
sangjo@sdivision.kaist.ac.kr

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 정회원 : Lucent Technology NPSEC 연구원  
chaewoolee@lucent.com

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 정회원 : 한국정보통신대학원대학교 공학부 교수  
mckim@icu.ac.kr

논문접수 : 1998년 10월 15일  
심사완료 : 1999년 3월 19일

이다. 이러한 통신장비들이 올바르게 작동하고 상호연동하기 위하여는, 장비의 많은 구성요소들 가운데에서도 통신프로토콜이 상호연동하도록 올바르게 구현되어야 하는데 이를 위하여 ITU-T와 ATM Forum과 같은 국제 표준화기구에서는 ATM 프로토콜의 표준을 제정하였다.

따라서 ATM 통신장비들의 프로토콜은 반드시 이 표준들을 준수하여야 하며, 또한 신뢰성 있는 망구축을 위하여 장비들이 실제로 표준을 준수하였는지 효율적으로 확인할 수 있는 프로토콜 적합성시험이 필요하다. 이와 같은 프로토콜 적합성시험의 필요성은 ATM 기술이 채택의 PSTN과 같은 기술과는 달리 매우 복잡한 프로토콜을 요구함으로써 더욱 절실하다. 과거 국내 통신장비의 개발과정이 충분한 능력을 가진 객관적 검증도구가 없는 상태에서 개발위주로 진행됨으로 인하여, 열악한 품질의 장비가 많이 만들어졌다는 것을 상기할 때, 이제는 이와 같은 일이 되풀이되어서는 안되겠으며 이러한 이유에서 엄밀하고 효율적인 검증도구의 필요성은 아무리 강조하여도 지나치지 않다고 할 것이다.

이러한 ATM 통신장비에 대한 프로토콜 적합성시험에 대한 연구는 특정계층에 대한 시험생성방법론을 중심으로 기존의 몇몇 연구에서 소개되었다[1][2][3]. 이러한 방법론 이외에 signaling과 같이 복잡한 프로토콜에 대하여 ATM Forum의 표준과 ITU-T의 표준에서 요구하는 사항들을 충분히 시험할 수 있는 포괄적인 ATM 적합성시험시스템은 전체적인 설계중심의 연구[4]나 상업용 제품[5] 이외에는 거의 공개되지 않았다. 그러나, 이들 ATM 적합성시험시스템의 경우도 진행중인 표준화의 속도와 시험수요시기에 맞게 시험시스템이 개발제공되지 않았을 뿐 아니라, ATM Forum UNI3.1의 Signaling 프로토콜에 대한 사용자측 시험시스템과 같은 주요대상에 대한 시험시스템을 완전히 제공하지 못하였으며 제공하는 시험시스템에 대하여도 개발내용과 적용사례의 분석을 통하여 시험시스템의 실효성을 보이는데 미흡하였다.

이러한 제약에 구속되지 않고 적시에 높은 품질의 ATM 프로토콜시험을 제공하기 위하여 본 연구에서는 1996년부터 ATM 프로토콜 적합성시험시스템 ACT-S(ATM Protocol Conformance Test System)의 자체 개발에 착수하였다. ACTS는 ITU-T 또는 ATM Forum의 ATM 사용자-망 접속(UNI: User-Network Interface)표준을 준용하는 ATM 단말과 망장비의 프로토콜 적합성시험을 위한 시험시스템이다. 약 2년의 개발과정을 걸쳐 ATM의 핵심기능요소인 신호기능지원 관련 프로토콜을 포함한 주요 프로토콜을 시험할 수 있는

기능을 갖추어 1998년부터는 ATM 장비의 프로토콜 시험에 적용되었다. 본 논문에서는 ACTS의 개발과 적용에 관계되는 제반 기술적인 사항들을 논의한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2절에서는 ACTS가 시험대상으로 하는 ATM UNI 프로토콜의 Signaling, SAAL계층, ATM계층에 대하여 개괄하고, 이러한 구분에 따라 각 계층의 시험을 위한 시험구조의 선정을 제 3절에서 개괄한다. 제 4절에서 추상시험스위트의 개발과 실행시험소프트웨어의 개발에 사용된 절차와 방법을 소개하고, ACTS 시험시스템에 대하여 상세히 설명한다. 제 5절에서는 ACTS의 실제 적용사례를 기술하고 시험결과와 분석과 이를 통한 상호운용상의 장애예측에 대하여 논의한다. 끝으로 제 6절에서는 향후의 ACTS의 후속개발계획을 설명한다.

## 2. ATM 프로토콜

ATM 프로토콜은 ATM Forum의 규격[6]과 ITU-T의 규격[7][8][9]이 존재한다. ATM 프로토콜은 기능에 따라 사용자평면(User Plane), 제어평면(Control Plane) 및 관리평면(Management Plane)으로 나눌 수 있으며 그 중에서 ACTS가 시험대상으로 하는 제어평면의 프로토콜 계층 구조는 그림 1의 음영부분과 같다.

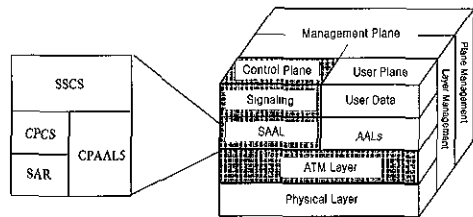


그림 1 ATM 프로토콜 구조

신호프로토콜(Signaling Protocol)은 사용자-망 접속 상에서 동적으로 호를 설정/유지/해제하기 위한 메시지들과 메시지를 구성하는 정보요소들, 그리고 상대측 신호프로토콜 개체와의 메시지 교환절차 및 비정상적 상황의 처리절차 등을 정의한다.

ATM계층에서는 48바이트의 고정된 유료부하(payload)만 사용가능하므로 다양한 길이를 갖는 상위 응용서비스를 ATM 셀로 적용시키는 기능이 필요하다. AAL(ATM Adaptation Layer)계층은 이를 위한 계층으로 응용서비스형태에 따라 AAL1, AAL2, AAL3/4, AAL5이 있다. 신호프로토콜은 AAL5계층을 이용하고 있으며 특히 이를 SAAL(Signaling AAL)계층이라 한다.

ATM계층은 상위 계층인 AAL계층과 하위 계층인 물리계층 사이에서 셀의 교환 및 다중/역다중화 기능을 수행한다.

### 3. 시험구조의 선정

프로토콜 적합성시험시스템을 개발하기 위해서는 제 4절에서 설명하는 바와 같이 추상시험스위트를 개발하여야 하는데, 이를 위하여 시험카버리지와 시험방법 및 이에 따른 시험구조를 먼저 결정하여야 한다.

ISO 9646에서는 적합성시험 방법으로서 국부시험방법(Local test method), 분산시험방법(Distributed test method), 조정시험방법(Coordinated test method) 및 원격시험방법(Remote test method)을 제시하고 있다 [10]. 원격시험방법을 제외한 시험방법은 모두 시험대상구현(IUT: Implementation Under Test)의 상하위에 각각 상위시험기(UT: Upper Tester)와 하위시험기(LT: Lower Tester)를 필요로 한다. 국부시험방법에서는 시험기와 시험대상구현이 같은 시스템 안에 존재하는 특징이 있고, 분산시험방법에서는 하위시험기와 상위시험기와 이들 사이의 시험조정절차가 필요하며, 조정시험방법은 하위시험기와 상위시험기간의 시험조정절차를 위하여 시험관리프로토콜(TMP: Test Management Protocol)이 필요하다. 이들 모두 IUT의 상하위 인터페이스를 직접 접근해야 하므로 개발자가 아닌 제3자에 의한 시험이 용이하지 않다는 단점이 있다. 반면 원격시험방법은 하위시험기만을 요구하므로, 상위시험기의 부재로 인해 오류검출 능력은 전술한 세 가지 방법보다 떨어지지만 제3자에 의한 시험이 용이하다는 큰 장점이 있다. 이러한 이유에서, ACTS내의 각 프로토콜 계층을 위한 시험방법으로 원격시험방법을 채택하였다.

신호프로토콜을 구현한 장비를 시험하기 위하여 프로토콜을 구현한 장비에 따라, 교환기의 경우는 그림 2(a), 단말기의 경우는 그림 2(b)의 시험구조를 선택하였다. 그림 2(a)의 시험구조에서는 두개의 제어관찰점(PCO:

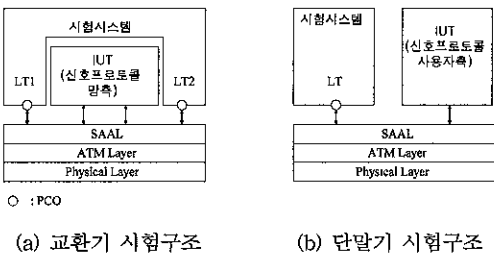


그림 2 신호프로토콜 시험구조

Point of Control and Observation) LT1, LT2를 사용하여 교환기의 발신호뿐만 아니라 착신호에 대한 기능시험을 시험기에서 모두 조작하여 시험할 수 있다는 특징이 있다.

SAAL계층은 2절의 그림 1에서 보듯이 CPAAL5 (Common Part AAL5)과 SSCS(Service Specific Convergence Sublayer)의 두개의 부계층으로 이루어져 있으며, SSCS는 상위계층에 종속되는 특징을 갖고 있다. ACTS는 상위계층으로부터 독립적인 CPAAL5만을 시험대상으로 하고 있으며 이를 위하여 그림 3의 시험구조를 선택하였다.

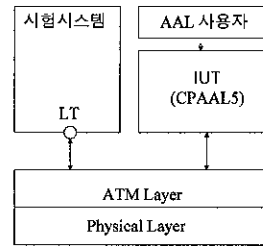
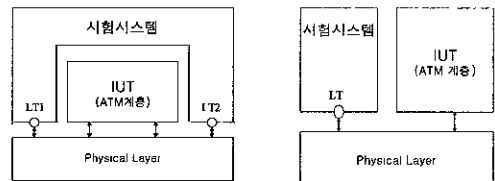


그림 3 CPAAL5 시험구조

ATM계층은 구현시스템의 기능에 따라 중간시스템(Intermediate System)과 종단시스템(End System)으로 구분되며, 그림 4(a)는 중간시스템을, 그림 4(b)는 종단시스템을 위한 시험구조이다. 전달시스템(relay system)의 특징상 중간시스템은 2개의 PCO LT1, LT2를 사용하여 적절히 시험할 수 있다.



(a) 중간시스템 시험구조 (b) 종단시스템 시험구조

그림 4 ATM계층 시험구조

### 4. 시험시스템 개발

본 절에서는 제 3절에서와 같이 각 계층의 특성에 맞는 시험구조의 선택 후 이루어지는 시험시스템의 개발 과정을 설명한다. 제 4.1절에서는 이러한 시험시스템 개발방법을 선택한 동기와 개발절차에 대하여 설명하고, 제 4.2절, 제 4.3절에서는 각각 추상시험스위트의 개발

과, 이에 기반한 실행시험소프트웨어의 개발을 소개한다.

4.1 시험시스템 개발방법과 절차

프로토콜 규격으로부터 추상시험스위트를 도출하기 위하여, 본 연구에서는 프로토콜의 유한상태기계구조에 기반한 시험 매트릭스(Test Matrix)라는 중간단계를 사용하여 개별시험항목들을 도출하였다. 시험 매트릭스는 프로토콜의 각 상태별로 어떤 메시지를 받아 어떤 동작을 하고 메시지를 출력하며 어떤 상태로 천이하는가를 정형화된 기술과 비정형화된 설명을 결합하여, 각 시험시나리오의 근간이 되는 개별 시험목적들을 도출하도록 하는 매트릭스를 말한다. 이와 같은 단계를 거쳐 시험시스템의 개발은 그림 5에서와 같이 1) TTCN 편집기를 이용하여 시험 매트릭스로부터 추상시험스위트를 작성하고 이를 다시 MP(Machine Processible) 파일로 바꾼 뒤 2) TTCN-to-C 번역기를 이용한 C 프로그램으로 된 실행시험소프트웨어 생성, 3) C 프로그램으로 된 지원 코드 개발, 4) 컴파일링 및 링킹(Compiling & linking)을 이용한 플랫폼 종속적인 실행시험소프트웨어의 생성으로 이루어진다.

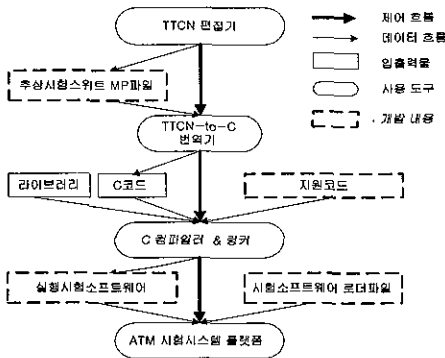


그림 5 시험시스템 개발순서도

4.2 추상시험스위트 개발

프로토콜규격은 필수적으로 구현하여야 되는 사항들의 외, 구현자가 선택적으로 구현할 수 있는 선택사항들 그리고 구현자가 값을 정할 수 있는 파라미터들이 있다. 후자의 사항들을 기술한 문서를 PICS(Protocol Implementation Conformance Statement)라고 부른다. 또한, PICS에 포함되지는 않으나 시험을 위하여 필요한 사항을 기술한 문서를 PIXIT(Protocol Implementation eXtra Information for Testing)이라고 부른다.

본 연구에서는 특정구현의 PICS와 PIXIT의 내용에 따라 시험항목을 선택하고 또한 편리하게 파라미터값을

대입할 수 있도록 추상시험스위트를 작성하였다. 이러한 방법으로 작성된 추상시험스위트는 적절한 시험플랫폼 종속적인 프로그램과 결합되어 다른 어떠한 시험플랫폼에서도 사용될 수 있는 실행소프트웨어로 변환될 수 있는 특징을 갖는다.

시험목적과 시험방법이 결정되면 각 시험목적에 대하여 시험시나리오를 기술하는 추상시험스위트를 만들어야 한다. 추상시험스위트란 추상시험항목의 집합으로 각각의 시험항목은 그 시험 목적을 달성하기 위한 시험시나리오가 필요하다. 추상시험스위트의 기술을 위하여 자연어를 사용할 수도 있으나, 본 연구에서는 ISO 9646에 따라 표준화된 형식언어인 TTCN(Tree and Tabular Combined Notation)[10]을 선택하였다. 그 이유로는 1) TTCN이 시험시나리오 기술을 위한 국제적으로 표준화된 언어이며, 2) 형식언어를 사용함으로써 이를 이용한 도구를 사용하여 자체적인 문법 검사 등으로 자연어에서 발생할 수 있는 시험기술상의 모호함을 방지할 수 있으며, 3) 자동 혹은 반자동의 프로그램 생성 도구를 사용하여, 실행시험시스템 개발이 매우 효율적으로 이루어질 수 있기 때문이다. TTCN으로 기술한 추상시험스위트는, 개요부(Test suite overview), 선언부(Declarations), 제약조건부(Constraints), 동적행위부(Dynamic behaviors)로 구성된다. 시험스위트 개요부는 시험그룹, 시험항목 선택규칙 등 시험스위트의 전체를 개략적으로 보여준다. 선언부는 제약조건부, 동적행위부에서 사용하는 자료형식(Data type) 등을 선언한다. 제약조건부는 동적행위부에서 사용하는 PDU(Protocol Data Unit) 구조, ASP(Abstract Service Primitive) 구조 등을 정의한다. 동적행위부는 시험시나리오를 실질적으로 기술하는 시험항목들의 집합으로 각각의 시험항목은 메시지나 서비스 프리미티브 등을 통해 시험대상구현물의 기능을 시험하고 그 시험항목의 시험목적에 대하여 적합 여부에 대한 판정을 내린다.

ATM Forum UNI3.1 신호프로토콜 사용자측 표준에 대한 추상시험스위트는 추상시험스위트[11]를 일부 참조하여 자체 개발하였다. 신호프로토콜 망측에 대한 추상시험스위트는 ATM Forum에서 표준화 작업중인 UNI 3.1 신호프로토콜 망측 시험표준(안)[12]을 기반으로, 시험목적, 선언부, 제약 조건부, 동적행위부 등을 면밀히 분석하여, 표준을 잘못 해석하여 발생한 문제점 혹은 시험시나리오 작성을 잘못하여 발생한 오류 등을 바로잡음으로써 수정개발하였다. ITU-T Q.2931에 대한 추상시험스위트는 시험표준이 존재하지 않으므로 먼저 ATM Forum UNI 3.1 표준과의 차이점을 상세하게 분

석, 검토하고 그 결과를 토대로 ATM Forum UNI 3.1 추상시험스위트를 수정하여 개발하였다.

CPAAL5의 추상시험스위트의 개발은 유사한 추상시험스위트가 존재하지 않는 상태에서 이루어졌다. 시험사건(Test event)을 위해 주로 CPCS의 PDU를 사용하였으며 ATM 셀헤더의 PT(Payload Type)에 있는 정보인 CLP(Cell Loss Priority), AUU(ATM User-to-User indication)의 접근을 위해서는 명확한 기술을 위해서 ATM 프리미티브를 이용하지 않고 ATM 셀을 직접 접근하였다.<sup>1)</sup>

ATM계층에 대한 추상시험스위트는 ATM Forum 표준의 경우 ATM-Forum의 ATM계층 시험표준[14][15]을 사용하였고, ITU-T I.361에 대한 추상시험스위트는 현재 ITU-T의 시험표준이 없는 상태이므로 ATM-Forum의 추상시험스위트의 시험항목들을 대부분 재사용 하였고 셀율완충(Cell Rate Decoupling), 일반호틀제어, 운용 및 유지보수에 관한 시험사항을 첨삭 또는 변경하여 개발하였다.

4.3 실행시험소프트웨어의 개발

추상시험스위트로부터 실행 가능한 시험소프트웨어를 생성하기 위하여, 신호프로토콜과 ATM계층의 경우 TTCN 편집기로부터 생성된 MP 양식의 추상시험스위트를 TTCN-to-C 번역기를 이용하여 C 프로그램으로 변환/생성하였다[5]. PDU 송수신기능은 하위계층에 종속되므로, 일반적인 TTCN-to-C번역기에 의하여 자동으로 생성될 수 없다. 이와 같이 번역기에 의해 자동으로 생성되지 않는 부분의 프로그램은 수작업으로 개발하여야 하는데 이러한 프로그램을 본 논문에서 지원코드(support code)라고 부르기로 한다.

4.3.1 신호프로토콜 실행시험소프트웨어 개발

신호프로토콜의 PDU 송수신 기능은 ATM 시험 플랫폼에 탑재되어있는 SAAL API를 통하여 구현하였다[5]. PDU 송수신 기능을 수행하는 지원 코드는 그림 6과 같은 구조를 갖도록 구현하였다.

그림 6에서 TTCN구문 실행엔진은 번역기에 의해 자동생성된 코드로서 TTCN 동적 기술부분의 실질적인 수행을 담당하고 있다. TTCN구문 실행엔진은 PCO를 통하여 PDU를 송수신하고 PDU 제약조건과 수신된 PDU를 비교 연산하며 ANY, ANYOROMIT 등의 연산자가 제약조건에 나타났을 경우 해당 수신 PDU의 해당 연산자가 나타난 곳의 비트 위치를 지시하는 offset

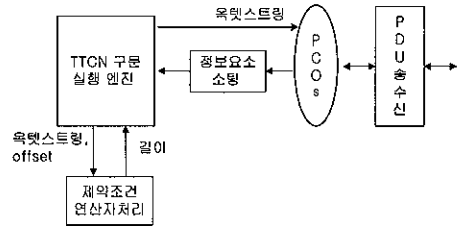


그림 6 신호프로토콜 실행시험소프트웨어의 구조

값을 인수로 하여 제약조건 연산자 처리루틴을 호출하게 된다. 제약조건 연산자 처리루틴은 수신 PDU의 옥텟 스트링과 offset값을 바탕으로 정보요소의 존재 유무, 길이 정보 등을 분석하여 그 결과를 TTCN구문 실행엔진에게 돌려주게 된다. ANY, ANYOROMIT, IF\_PRESENT 연산자는 정보요소 단위를 기본으로 일반적으로 적용될 수 있도록 구현하였다. 정보요소 내에서의 어떤 필드가 이러한 연산자를 갖고 있을 경우는 개별적으로 구현하였다.

신호프로토콜의 PDU는 선택적 정보요소의 경우 임의의 순서로 송신할 수 있도록 표준에 기술되어있다. 실행 시험소프트웨어에서 이를 처리할 수 있도록, 지원코드에 수신된 PDU의 선택적 정보요소들을 특정한 순서로 배열하는 소트 루틴을 지원코드에 포함하였다.

개발한 지원 코드는 사용자측과 망측 신호프로토콜 적합성시험시스템 구축을 위해 공통으로 사용하거나 두 시험스위트의 차이로 인해 약간의 수정을 하여 사용하였다.

4.3.2 CPAAL5 실행시험소프트웨어 개발

CPAAL5의 경우 수작업에 의한 프로그래밍으로 전체 시스템을 개발하였다. CPAAL5 실행시험소프트웨어는 1)시험 항목 관리 및 정보 입출력 기능을 제공하는 시험관리 시스템, 2)TTCN으로 기술된 시험 표준을 용이하게 C로 프로그래밍하도록 지원하는 시험 라이브러리와 3)시험 항목 단위의 실행프로그램들로 구성되어 있다. CPAAL5 시험시스템의 구성은 그림 7과 같다.

시험시스템 플랫폼에 대한 종속성을 피하기 위해 1) 시험기 모듈의 초기화 기능, 2)원하는 VPI/VCI를 갖는 ATM 셀만을 수신할 수 있는 필터의 설정 기능, 3)ATM 셀을 캡처버퍼에 저장하는 기능 4)캡처버퍼에 있는 셀들을 재조립하여 AAL5 PDU를 만드는 기능 5) 캡처버퍼에 있는 최초의 셀을 재생하는 기능 6)순차적으로 셀을 재생하는 기능 등을 시험 라이브러리 형태로 구현하였다. 하나의 시험 항목은 하나의 C 함수에 대응

1) 이렇게 작성된 추상시험스위트는 ATM Forum의 CPAAL5 적합성시험 표준으로 채택되었다[13].

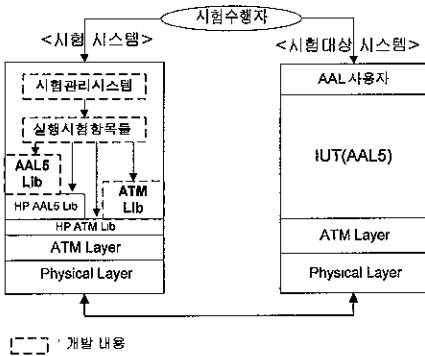


그림 7 CPAAL5 시험시스템구성

하도록 구현함으로써 추후 시험 항목의 추가/삭제가 용이하도록 하였다. 시험항목은 일반적으로 1)캡처필터 설정, 2)계약 조건(Constraints) 설정, 3)셀을 버퍼에 수신, 4)AAL5 PDU로 재조립, 5)설정된 계약 조건에 따라 PDU 비교, 6)판정의 구조를 갖고 있다.

4.3.3 ATM계층 실행시험소프트웨어 개발

시험시스템 플랫폼에 ATM계층에 대한 실행시험소프트웨어를 탑재하기 위하여 필요한 사항들이 있다. 예를 들면, 시험스위트 파라미터의 길이와 기본값, 시험기의 물리적 모듈 및 포트에 관한 정보, 선택사항에 대한 정보 등을 처리하여야 한다. 또한 시험을 진행하는 중에 필요한 시험기의 초기 설정 등에 대한 사항과 하위계층 프로토콜과의 인터페이스를 제공하기 위한 라이브러리, 개별적인 시험항목이나 ATM계층의 전체 시험스위트를 실행한 후의 초기화에 관한 사항, 비형식적으로 기술되어 있는 시험스위트 연산자(test suite operation)는 번역기에 의한 코드 생성이 불가능하며 개발자가 수작업

표 1 ATM 시험시스템사양

시험 시스템	프로토콜		시험항목수	
			ITU-T	ATM Forum
시험 시스템	신호프로토콜	사용자측	517	581
		망측	583	661
	CPAAL5		17	17
	ATM계층	중간시스템	49	47
중단시스템		40	37	
시스템 플랫폼	운영체제		HP UX9.02	
	라인인터페이스		155Mb/s Optical(SONET/SDH)2 모듈	
	ATM셀처리기		ATM 셀 및 AAL/UNI신호 프로토콜처리기 2 모듈	

으로 구현하여야 한다. 이러한 사항에 대한 지원코드를 추가하여 실행시험소프트웨어를 개발하였다. 제 3절과 제 4절의 방법에 의하여 개발된 실행시험소프트웨어들은 표 1과 같이 ATM 시험시스템 플랫폼에 탑재되어 현재 운용중에 있다.

5. 시스템의 적용

프로토콜 적합성시험을 위하여는 일반적으로 그림 8 과 같은 절차를 따라야 한다. 먼저 구현물의 PICS의 내용을 검토하여, 구현이 규격을 준수하지 않은 사항이 있는지를 검토하게 된다. 이러한 검토를 정적 적합성시험 (Static Conformance Testing)이라고 부른다. 정적 적합성시험에 합격하면, PICS의 내용에 맞추어 시험항목들을 선택하고 파라미터 값들을 설정한다. 그리고 이렇게 구체화된 실행시험항목들을 이용하여 구현물을 시험하게 되는데 이 단계를 동적적합성시험(Dynamic Conformance Testing)이라고 부른다.

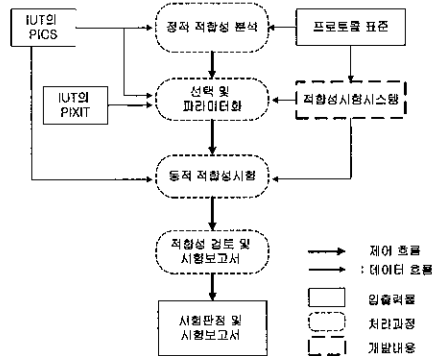


그림 8 프로토콜적합성시험절차

본 절에서는 ACTS를 사용하여 ATM장비에 대하여 동적 적합성시험을 수행하고 그 결과를 분석한 적용사례를 신호프로토콜을 중심으로 소개한다.

5.1 사례 1: ATM 단말기 적합성시험

본 시험에서는 H와 F사에서 제조된 두 종류의 상용 단말기에 대하여, 사용자측 신호프로토콜 적합성시험 시스템의 발신, 착신, 호호제 기능의 적합여부를 판별할 수 있는 시험항목 중, 선택사항과 단말기의 특성 등에 따라 시험항목들을 선택하여 적용하였다. 그 결과 H사와 F사의 ATM 단말기 모두 불합격판정을 받는 항목과 미확정판정을 받는 항목이 발생하였다.

착신호 시험그룹에서는 두 종류의 단말기 모두 모든 시험항목에 대해서 불합격 판정을 받았다. 표준에 의하

면 BLLI(Broadband Low Layer Information) 및 AALP(AAL Parameters) 정보요소는 필수사항이 아닌 선택사항으로 되어 있고, 선택사항에 대한 올바른 처리 여부를 시험하기 위하여 시험기에서 BLLI 및 AALP 정보요소를 포함하지 않는 Setup 메시지를 보낸다. 그러나 H사 ATM 단말기는 착신호에서 Setup 메시지 내에 BLLI 정보요소를 필수적으로 요구하고 있으며, F사 ATM 단말기는 BLLI 및 AALP 정보요소를 필수적으로 요구하여, 시험기에서 보내는 Setup 메시지에 대하여 Release Complete 메시지로 응답하여 호를 거절한다. 따라서 호해제 시험그룹 내에 착신호를 이용한 시험 항목들 또한 두 종류의 단말기 모두에서 불합격 또는 미확정 판정을 받았다.

### 5.2 사례2: ATM 교환기 적합성시험

먼저 망측 신호프로토콜 적합성시험시스템의 발신, 착신, 호해제 기능에 대한 적합여부를 판별하는 시험항목들을 선택하여 F사의 ATM 교환기에 적용하였다. 그 결과 F사의 ATM 교환기는 신호프로토콜에 대한 적합성시험 중 호해제 시험그룹에서, 상태오류, 메시지 순서 오류, 정보요소 내용구현 오류등의 이유로 불합격 판정을 받는 항목들이 발생하였다.

상태 오류는 기대되는 상태와 실제 교환기의 상태가 다른 경우이다. ATM Forum UNI 3.1에 의하면 망은 Release 메시지 송신 후 N12 상태가 되어야 하나[6], F사 교환기는 N0이 되도록 구현되어 있었다. 메시지 순서 오류는 어떤 메시지를 수신한 후 보내야 할 다음 메시지를 잘못 구현한 경우이다. ATM Forum UNI 3.1에 의하면 Call Proceeding 메시지를 송신 후 어떤 이유로 호를 진행할 수 없을 때 Release 메시지를 송신해야 하나, F사 교환기는 Release Complete 메시지를 송신하도록 구현되어 있었다.

정보요소 내용구현 오류는 수신된 메시지의 정보요소를 분석하여 발신측으로 보내는 메시지의 내용을 잘못 구현한 경우이다. F사 교환기는 착신측으로부터 수신된 Release 메시지 내 원인 정보요소의 내용을 발신측으로 잘못 전달하였다.

### 5.3 사례3: ATM NT 적합성 시험

본 시험에서는 먼저 시험대상물의 망측 신호프로토콜 구현의 선택사항과 특성에 따라 시험항목을 선택하여 ATM NT에 적용하였다. 시험결과 중 불합격항목의 주요원인은 다음과 같다. 먼저, 메시지 내의 필수정보요소의 내용을 모두 확인하지 않고 호를 진행시키는 경우가 있었으며, 또한 restart관련 메시지 및 처리절차를 구현하지 않음으로 인한 불합격이 있었다. 그리고, 단말측의

연결과 망측의 연결에서 서로 다른 식별자값을 사용하는 오류가 있었으며, 단말측에서 잘못 구성된 신호메시지를 전송한 경우 호를 해제하는 기능에 오류가 있었다.

### 5.4 ATM/B-ISDN 장비간 상호운용상의 장애 예측

이제 앞에서 살펴본 적합성 시험결과와 그 분석을 토대로 단말기-교환기간 그리고 단말기-단말기간의 상호운용성을 예측하여 본다.

상호운용성이란 두 개 이상의 시스템이 서로 연결되어 주어진 기능을 수행하는 능력을 의미하는 것으로 각각의 시스템이 표준에 적합하더라도 그 시스템들을 상호연결하였을 경우 반드시 상호운용하는 것은 아니다. 그 원인은 규격의 문제이거나 적합성시험의 불완전성에 있다. 그러나 적합성시험을 통하여 사전에 상호운용성을 예측하고 장애요소를 파악, 제거함으로써 상호운용성을 현저히 증진시킬 수 있다.

#### i) 단말기-교환기간에 예측되는 상호운용상의 장애

상호운용측면에서 단말기에 대한 적합성시험 결과와 비교 분석해 볼 때, 두 단말기 모두 수신되는 Setup 메시지 내에 BLLI 정보요소가 포함되도록 요구하고 있다. 표준에서는 이 Setup 메시지에 대한 응답 메시지인 CONNECT 메시지 내에 BLLI 정보요소를 포함시킴으로써 단말간 BLLI 협상절차를 수행할 수 있도록 되어 있다. 그러나 CONNECT 메시지내의 BLLI 정보요소 전달여부는 교환기의 구현에 맞게 허용하고 있다. 그러므로 교환기의 선택사항 구현 여부에 따라 단말-교환기간 상호운용이 되지 않을 가능성도 있게 된다. F사 교환기는 수신된 CONNECT 메시지의 BLLI 정보요소를 전달하도록 구현되었기 때문에 각 단말기와 교환기간의 상호운용이 가능하다고 결론지을 수 있다.

#### ii) 단말기-단말기간에 예측되는 상호운용상의 장애

H사와 F사의 ATM 단말기에서 모두 불합격항목이 발생하였다. 대다수 불합격 항목의 경우는 구현자가 필수사항과 선택사항을 표준과는 다르게 임의로 결정하여 구현함으로써 발생하였다. H사와 F사의 단말기는 착신호에서 BLLI 정보요소는 선택사항임에도 불구하고 Setup 메시지에 반드시 존재할 것을 요구하고 있다. 이러한 비적합성은 단말기간의 연동에 심각한 문제를 초래할 수 있다.

H사와 F사의 단말기 모두 착신호에서 Setup 메시지 내부에 표준에서는 선택사항으로 권고하고 있는 BLLI 정보요소를 필수적으로 요구하고 있다는 점에서는 동일하였지만 F사의 단말기는 BLLI 정보요소 외에 선택사항인 AALP 정보요소 또한 필수적으로 요구함으로써 H사의 단말기에서 시작된 호를 F사의 단말기가 거절할

것이라는 예상을 할 수 있다.

iii) 단말기 - NT 간에 예측되는 상호운용상의 장애 NT에 대한 적합성 시험결과중 단말기가 부적절한 신호메세지를 전송한 경우 NT의 호혜제 관련 오류로 인하여 할당되지 않은 데이터 회선을 점유할 가능성이 있다. 또한, 단말에서 특정 혹은 모든 데이터 회선 및 자원을 해제하는 기능을 요구할 수 있지만 이러한 요구를 처리하는 기능이 NT에 구현되지 않아서 일부 서비스 제공시 문제가 있을 수 있다. 그리고, 시험대상인 NT에서 송신하는 신호메세지 내에 부정확한 내용이 포함되어 있어 신호정보를 이용하는 응용서비스가 가입자 단말에서 일부 제공되지 못할 가능성이 있다.

## 6. 결론 및 향후 계획

지금까지 ATM프로토콜 적합성시험시스템인 ACTS의 개발배경, 개발과정, 그리고 적용 사례 등을 기술하였다. 본 연구에서는 시험시스템을 개발하여 시험대상에 적용하는데 있어서, 시험대상에서 발견된 문제의 원인분석 및 해결방안까지 제시하고 있다. 현재까지 각종 교환기를 대상으로 ACTS를 사용하여 적합성시험을 수행한 결과 프로토콜의 구현, 특히 신호프로토콜의 구현에 있어 상당한 문제점을 발견하였는데, 이들 시험대상중 상당수가 개발과정에서 어떤 형태로든 프로토콜에 대한 시험을 받았던 점을 상기한다면 본 연구에서 개발한 ACTS가 커버리지 측면에서 매우 우수하다는 사실을 알 수 있다.

ACTS는 이와 같은 개발과정을 거쳐 현재 통신사업자의 제품조달과 같이 사업적으로 매우 중요한 성격의 의사결정(decision making)을 위한 시험도구로 현장에서 사용되고 있다. 그 밖에도 ACTS는 통신장비의 개발시 시험도구로써, 통신장비의 운용시 발견되는 문제점해결을 위한 분석도구로써 활용될 수 있으며, 나아가 통신장비가 상호운용하기 위하여 전제조건이 되는 표준적합성에 대한 인증을 위하여 활용될 수 있다.

ACTS를 이용하여 ATM계층, CPAAL5계층, 그리고 사용자와 네트워크간의 신호프로토콜 중 Q.2931, UNI 3.1등을 시험할 수 있으며, 여러 다른 변종의 신호프로토콜을 시험할 수 있도록 그 기능이 지금도 계속 확장되고 있다. ACTS는 궁극적으로 망간 프로토콜을 포함하여 ATM의 단대단 통신에 관련된 모든 프로토콜을 시험할 수 있도록 그 시험범위와 시험능력이 확장될 것이다. 또한, 프로토콜의 궁극적인 목적이 단대단의 상호운용에 있으며 ATM망에서 다양한 사용자-망간, 망간 신호프로토콜이 존재한다는 점을 고려하면 이들 프로토

콜간의 상호운용성 시험은 필수적이다. 본 연구에서는 이러한 점을 인식하여 Q.2931, UNI3.1의 신호프로토콜에 대한 상호운용성 시험시스템을 개발하고있다. ACTS는 이와 같이 적합성시험, 상호운용성시험으로 이루어진 프로토콜의 기능을 시험하는 시스템으로 개발되고 있으며, 추후 성능시험시스템과 결합되어 ATM망의 기능적, 성능적인 면을 통합적으로 시험할 수 있는 ATM 통합 시험시스템(ATM InTeS: ATM Integrated Test System)으로 발전될 것이다.

## 참고 문헌

- [1] Bechtold, R., Gattung, G., Henniger, O., Paule, C., "Test case generation for ATM protocols using high-level Petri net models," IFIP TC6/WG6.1 The 9th International Workshop on Testing of Communication Systems(IWTCS'96), Darmstadt, Germany, 1996.
- [2] Vandeverne, L., Sutter, D., Goossens, E., "Testing the broadband network: a quickly shifting demand for test equipment solutions," IFIP TC6/WG6.1 The 9th International Workshop on Testing of Communication Systems(IWTCS'96), Darmstadt, Germany, 1996.
- [3] Witteman, M. F., Wujtswinkel, R. C., "ATM broadband network testing using the ferry principle," IFIP TC6/WG6.1 The 9th International Workshop on Protocol Test Systems (IWPTS'93), Pau, France, 1993.
- [4] Kim, K., Kim W., Hong, B., "Experiences with the design of B-ISDN Integrated System," IFIP TC6/WG6.1, The 8th International Workshop on Protocol Test Systems (IWPTS'95), Evry, France, September 1995.
- [5] Hewlett Packard BSTS Manual, 1995-1996.
- [6] ATM Forum, "ATM User-Network Interface Specification," Version 3.1, 1994.
- [7] ITU-T Recommendation I.361, "B-ISDN ATM Layer Specification," 1995.
- [8] ITU-T Recommendation I.363, "B-ISDN ATM Adaptation Layer Specification," December 1993.
- [9] ITU-T, "ITU-T draft Recommendation Q.2931: B-ISDN User-Network Interface Layer 3 Specification for Basic Call/Bearer Control," March 1994.
- [10] ISO/IEC, "ISO/IEC IS 9646 Part 1-7, Information Technology - Open Systems Interconnection - Conformance Testing Methodology and Framework," 1995.
- [11] Collica, L., Yoo, S.J., Kang, S., "96-0979: ATS for the UNI 3.1 Signaling -User-side," BTD-TEST-ATS-sig31user-01.00, 1996.7.
- [12] ATM Forum, "Conformance Abstract Test Suite for



Signalling (UNI 3.1) for the Network Side," af-test-0090, 1997.9.

- [13] ATM Forum, "Conformance Abstract Test Suite for the ATM Adaptation Layer(AAL) Type 5 Common Part," af-test-0052, 1996.3.
- [14] ATM-Forum, "ATM Layer Conformance Abstract Test Suite for Intermediate Systems," af-test-0030, 1995.4.
- [15] ATM-Forum, "ATM Layer Conformance Abstract Test Suite for End Systems," af-test-0041, 1995.7.

강 성 원

제 5 권 제 3 호(C) 참조



서 영 주

1991년 한양대학교 산업공학과 졸업. 1993년 한양대학교 산업공학과 공학석사. 1993년 ~ 현재 한국통신 연구개발본부 전임연구원. 관심분야는 프로토콜 엔지니어링, 네트워크 엔지니어링, 시스템 최적화



홍 미 정

1990년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업. 1990년 2월 ~ 1995년 1월 한국통신 서울사업본부. 1995년 2월 ~ 현재 한국통신 연구개발본부 전임연구원. 관심분야는 프로토콜 적합성시험, 네트워크 성능시험



양 준 환

1989년 건국대학교 전자공학과 졸업. 1991년 건국대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1991년 ~ 현재 한국통신 연구개발본부 전임연구원. 관심분야는 Protocol Testing, Signalling Protocol for Telecommunication



고 일 국

1995년 2월 조선대학교 전자계산학과 졸업. 1995년 2월 ~ 현재 한국통신 연구개발본부 전임연구원. 관심분야는 프로토콜 적합성시험, 프로토콜 공학



강 득 윤

1995년 2월 포항공과대학 전자계산학과 공학석사. 1997년 11월 ~ 1998년 11월 미국 국립표준연구소(NIST) 객원 연구원. 1995년 2월 ~ 현재 한국통신 연구개발본부 전임연구원. 관심분야는 프로토콜 공학, 차세대인터넷 프로토콜 시험



유 상 조

1988년 2월 한양대학교 전자통신공학과 졸업(공학사). 1990년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사). 1990년 3월 ~ 현재 한국통신 연구개발본부 전임연구원. 1997년 3월 ~ 현재 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사과정. 관심분야는 멀티미디어 통신 QoS 제어, 트래픽 모델링 및 큐잉해석, 통신 프로토콜 설계 및 시험

이 체 우

제 5 권 제 3 호(C) 참조



김 명 철

1982년 아주대학교 전자공학과 졸업(학사). 1984년 KAIST 전산학과 졸업(석사). 1992년 Univ. of British Columbia(박사). 1984년 ~ 1997년 한국통신 연구개발본부 표준연구단 실장. Co-chair of 10th International Workshop on Testing of Communication Systems, 1997년 PTS-SIG chair of Asia Oceania Workshop. 1997년 ~ 현재 한국정보통신대학원 교수. 관심분야는 통신망 및 멀티미디어 프로토콜 공학