

# 유휴 가상 채널을 이용한 ATM 프로토콜 적합성 시험 방법 제안

홍 범 기<sup>†</sup> · 정 윤 희<sup>††</sup> · 오 창 석<sup>†††</sup> · 이 준 원<sup>††</sup>

## 요 약

본 연구에서는 Asynchronous Transfer Mode(ATM) 계층의 기능중 유휴 가상 채널에 프로토콜 적합성 시험 제어 기능을 갖게 하여 Test Coordination Procedures(TCP) 채널로 활용하는 방안을 제시하였다.

프로토콜 적합성 시험을 위하여 국제 기구에서 권고하고 있는 방법중 원격 시험 방법을 선택하면 System Under Test(SUT)측에서 능동적으로 Test Event를 발생시켜야 하는 경우에 개발자가 직접 수동적으로 운용을 하거나, Implementation Under Test (IUT)에 대한 제어 및 관찰이 불가능한 경우도 발생하게 된다.

ATM망에서 프로토콜 적합성 시험시 시험 영역(Test Coverage)을 최대화하고, 오류검출 영역(Fault Coverage)을 극대화하기 위해서는 원격시험방법보다는 분산시험방법이 적절하며, 분산시험방법을 채택할 경우 TCP를 구현하기 위하여 시험정보를 전달하기 위한 채널을 확보하는 것이 요구된다.

본 고에서 제안하고 있는 방법은 오류 검출 영역을 극대화 시키고 오퍼레이터의 개입없이 시험의 자동화 구현이 용이하고, ATM장치의 정상동작에는 영향을 주지 않음은 물론 시험제어를 위한 별도의 채널을 확보하지 않고서도 분산시험방법을 적용할 수 있다는 점을 특징으로 들 수 있다.

## A Proposal for Protocol Conformance Testing Method using Idle Virtual Channel

Beom Kee Hong<sup>†</sup> · Yoon Hee Jung<sup>††</sup> · Chang Seok Oh<sup>†††</sup> · Joon Won Lee<sup>††</sup>

## ABSTRACT

In this paper, a testing architecture and procedure that an idle ATM virtual channel can be utilized for TCP channel is proposed.

Four kinds of methodologies for protocol conformance testing have been standardized in ISO. Remote testing method used popularly have some disadvantages that developer must operate system manually in case of System Under Test(SUT) active testing and we cannot control and observe Implementation Under Test(IUT) often. It is proper to adopt distribute testing method than remote test in order to maximize test coverage and optimize fault coverage for conformance testing in ATM systems, and it is required that TCP channel is prepared for distribute testing method.

The proposed architecture can adopt distributed testing method without extra physical channel for testing con-

† 정 회 원: 한국무선통신연구소  
†† 정 회 원: 한국전자통신연구원  
††† 정 회 원: 충북대학교 컴퓨터공학과

논문접수: 1996년 9월 17일, 심사완료: 1997년 4월 25일

trol. Also we can maximize the test coverage and implement the automation of testing without intervention of operator sustaining normal operation of ATM equipment.

### 1. 서 론

전기통신망에서 음성은 물론 데이터 및 대용량의 정보전달 요구사항이 급증함에 따라 셀 전달 기술에 바탕을 둔 Asynchronous transfer Mode(ATM)기술이 출현하였고, 나아가 광대역종합통신망(B-ISDN)의 핵심기술로서 ATM을 채택하고 있다. 선진국에서는 각종 B-ISDN장비들의 개발에 박차를 가하고 있으며, B-ISDN망 조기 구축을 추진하고 있고, ATM 소형 스위치나 가입자 장치들은 일부 상용화되어 통신망에 적용되고 있다.

B-ISDN은 각종 멀티미디어 서비스를 수용해야 함은 물론 일대일 통신뿐만 아니라 다자간, 다자간 연결 등 다양한 접속형태를 제공해야 하므로 망을 구성하는 장치들간의 인터페이스인 통신 프로토콜은 상대적으로 그 복잡성이 매우 크다. 따라서 망 구성 장치들이 표준화된 규격과 일치되도록 구현되었는지 여부를 검증하는 작업은 필수 불가결한 요소라 할 수 있다.

B-ISDN을 구성하는 장치들간의 상호 호환성 및 운용 가능성을 제고 할 수 있는 방법으로서 프로토콜 적합성 시험과 상호 운용성 시험을 들 수 있다. 상호 운용성 시험을 위해서는 실제 구축된 망 또는 모의 형태의 망이 전제되어야 하므로 소요 인력과 비용 측면에서 적합성 시험이 경제성이 있다 할 수 있다.

적합성 시험을 위한 일반적인 방법 및 구조는 ISO/ITU-T등에서 정의하고 있는데, 시험영역을 높이기 위해서는 시험 대상 시스템에 대한 제어를 위한 TCP 기능이 수행될 수 있도록 별도의 물리적 채널을 확보하여야 한다. 그러나 실제 B-ISDN등 통신망을 구성하는 시스템들이 프로토콜 적합성 시험을 위하여 시험기와 접속하여 제어가 가능하도록 할애될 수 있는 부가적인 채널을 확보하고 있는 경우는 거의 없다고 할 수 있다.

본 논문에서는 B-ISDN 구성장치들의 프로토콜 적합성 시험시에 분산시험이나 조정시험구조에서 요구되는 Test Coordination Procedure (TCP)를 위한 채

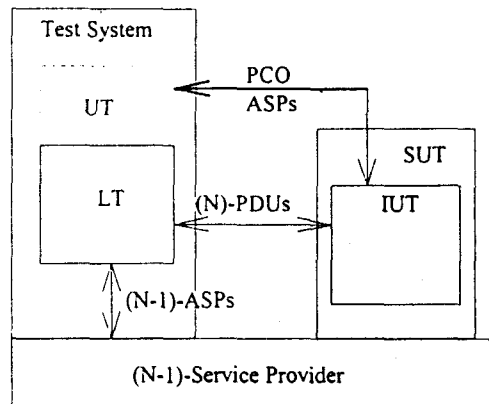
널을 별도로 마련하지 않고 ATM 가상 채널(Virtual Channel)을 이용한 시험방법 및 구조를 제안하고자 한다.

### 2. 시험방법론 분석

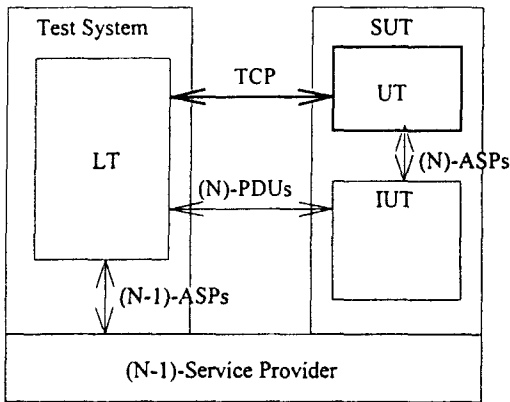
프로토콜 적합성 시험을 위한 방법론은 ISO/IEC 9646에 정의하고 있는데, 크게 내부 시험방법과 외부 시험방법으로 구분된다.

내부시험 방법은 Implementation Under Test(IUT)의 상위와 하위 경계 면에서 직접 사건에 대한 제어 및 관찰이 가능한 방법으로서, 시험기와 IUT가 같은 시스템 내에 존재한다. 반면 외부시험 방법은 IUT로부터 떨어진 서비스 제공자 위의 지점에서 간접적인 제어 및 관찰이 이루어지는 방법으로서, 시험기와 IUT가 다른 시스템에 존재한다. 내부시험 방법은 제품 개발 과정에서 공급자에 의해 수행되는 시험에 주로 이용되고, 외부시험 방법은 사용자나 제 3자에 의해 수행되는 시험에서 적용 가능하다.

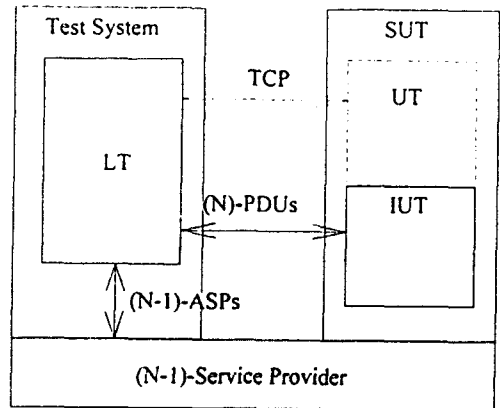
외부시험방법은 제어 관찰점(Point of Control and Observation:PCO)의 위치 및 갯수와 시험제어절차(Test Coordination Procedures:TCP)의 유무에 따라



(그림 1) 내부시험방법  
(Fig. 1) Local test method



(그림 2) 분산시험방법  
(Fig. 2) Distributed test method



(그림 4) 원격시험방법  
(Fig. 4) Remote test method

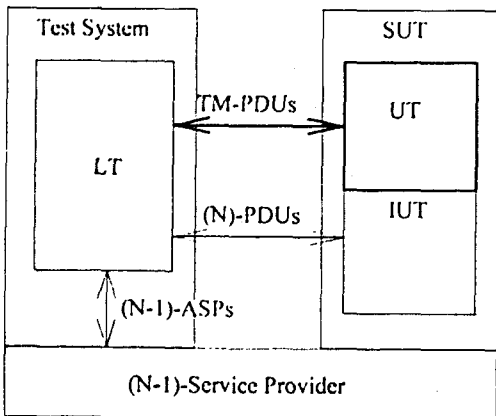
(그림 2, 3, 4)와 같이 분산시험방법(Distributed test method: DS), 조정시험방법(Coordinated test method: CS) 및 원격시험방법(Remote test method: RS)으로 분류할 수 있다.

분산시험방법은 IUT의 상위 경계면과 IUT로부터 떨어져 있는 (N-1)서비스 제공자 반대쪽에서 PCO를 정의한다. 시험 사건은 (N)-ASP (Abstract Service Primitive), (N-1)-ASP 및 (N) PDU(Protocol Data Unit)로 구성되고, Lower Tester(LT)와 Upper Tester(UT)는 각각의 PCO에서 제어 및 관찰 기능을 수행한다. 이 시험방법에서 UT는 SUT내에 있지만 LT는 시험기에 존재하기 때문에 UT와 LT간에 동기화가 문제가 되고 TCP를 위한 표준은 규정화되어 있지 않

때문에 다양한 형태로 구현이 가능하다.

조정시험방법은 표준화된 UT와 Test Management Protocol(TMP)를 사용함으로써 DS방법을 약간 개선시킨 것이라 할 수 있다. 이 시험방법에서는 IUT와 떨어져 있는 (N-1)-ASP와 (N)-PDU, TM-PDU로 시험사건을 구성한다. LT는 시험기측에서 TM-PDU를 이용하여 UT의 행동을 제어하고, UT는 SUT내의 IUT위에 존재하면서 IUT위의 서비스 접면에서 시험사건을 실행시키는 기능을 수행한다.

원격 시험 방법은 시험 장소와 원격지와의 어떤 형태의 통신 링크를 통하여 원격으로 시험을 행하는 방법이다. (그림 4)와 같이 IUT가 상위 서비스 경계면에 제어 관찰점을 갖지 않고, 시험 사건은 (N-1)-ASP와 (N)-PDU로 구성이 되며 UT와 TCP는 규정되지 않는다. 따라서 UT의 기능들은 시험 대상 시스템(SUT)에 의해서 수행될 수 있다. 이 방법은 시험 장소에서 SUT를 완전히 제어할 수가 없으므로 공급자가 어떠한 형태로도 참여해야만 한다. 이 방법은 주로 X.25 패킷 계층 프로토콜과 링크 계층 프로토콜처럼 시험 수행 중에 사용자가 발생시키는 사건이 많지 않은 시험에 주로 이용될 수 있다.



(그림 3) 조정시험방법  
(Fig. 3) Coordinated test method

지금까지 언급한 바와 같이 외부시험방법 중에서 RS시험방법은 TCP를 위한 별도의 채널을 확보하지 않고 시험을 수행하므로 시험구성이 간단하고, 시험대상시스템이 비교적 많은 경우에 적용할 수 있는 특성을 갖고 있으나, 시험대상 시스템에서 사건을 발생시켜야 하는 경우의 제약으로 인하여 시험영역이 떨

어지는 단점을 내포하고 있는 방식이라 할 수 있다.

한편 DS나 CS방법론은 TCP를 통하여 시험기에서 사건의 발생 및 제어가 가능하므로 상기의 RS방법론의 단점이 해소되어 시험 영역을 높일 수 있는 반면, TCP를 위한 별도의 채널 확보 및 TCP의 구현 등의 부담을 안고 있으며, 시험대상시스템 설계시에 시험을 충분히 고려하지 않아서 TCP 채널의 확보가 불가능한 경우에는 DS나 CS 시험방법론을 채택할 수 없게 되는 단점이 있다.

### 3. ATM망에서의 시험방법 제안

#### 3.1 시험방법 구성

초고속 전송과 높은 품질의 통신에 대한 요구가 급증하면서 출현된 ATM망은 다양한 미디어 및 서비스의 수용, 우수한 서비스의 질(Quality Of Services: QOS) 등을 보장하고 있으며, 초고속정보통신망에서 Personal Communications Services(PCS) 및 위성통신 등과 함께 필수요건이 될 것이 확실하다.

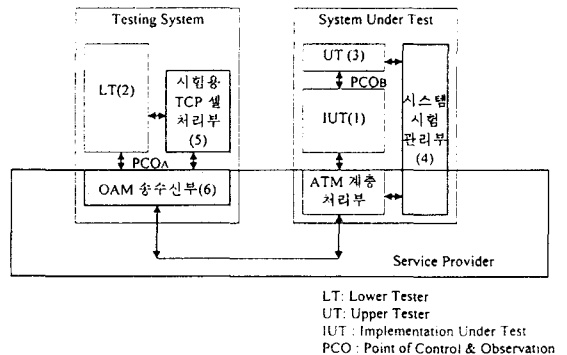
ATM망을 구성하는 시스템으로서는 ATM교환기, 망 종단장치 및 ATM 단말등을 들 수 있으며, 세계 각국에서 ATM 시스템의 개발 및 상용화에 노력을 경주하고 있다. 다양한 종류의 ATM 시스템들 출현시에 그 시스템들간의 호환성 및 상호연동성 확보는 아무리 강조해도 지나치지 않으며, 통신기능을 구현한 프로토콜이 규격과 부합되도록 구현되었는지 여부를 검증하는 적합성시험은 매우 중요한 위치를 차지하게 될 것이다.

프로토콜 적합성 시험에서 가장 중요한 요소는 시험검출 영역과 비용이라고 할 수 있으나, 두 요소는 서로 상반적인 관계에 있다. 본 장에서는 시험검출 영역을 극대화하면서 시험을 위한 추가적인 노력이나 비용을 최소화할 수 있는 시험방법을 제안하고자 한다. 이미 2장에서 기술한 바와 같이 시험검출 영역을 극대화하기 위해서는 DS나 CS 시험방법을 채택하여야 함은 물론 시험기와 시험대상시스템간에 UT를 제어하고 IUT의 Action을 관찰하기 위한 TCP가 수행될 수 있도록 별도의 채널 연결이 필수 불가결하다.

ATM망에서는 광선로 등을 기반으로 한 물리적 회선을 논리적으로 나눈 가상 채널을 복수개 설정하여

회선사용의 효율을 제고하는 것이 큰 특징중의 하나이다. ATM 시스템간의 통신을 위한 가상 채널이외에 다른 가상 채널을 TCP를 위한 채널로 확보하여 외형적인 시험구성은 RS방법이나 실제적으로는 DS 및 CS 시험방법의 효과를 올릴수 있도록 (그림 5)과 같이 구성할 수 있다.

시험 구성은 시험의 대상이 되는 N-엔터티 구현물인 IUT, IUT 외부의 떨어진 부분에서 (N-1)-ASP에 대한 관찰 및 제어 기능을 수행 하는 LT, IUT의 상위 서비스 경계면에서 (N)-ASP들을 제어 및 관찰하는 UT, 시험과 관련된 TCP셀을 수신하여 UT로 전달해주는 기능 및 시험과 관련된 TCP셀을 송신하는 기능을 수행하는 시스템 시험 관리부와 시험과 관련된 TCP셀을 수신하여 LT로 전달해 주는 기능 및 시험과 관련된 TCP셀을 송신하는 기능을 수행하는 시험용 TCP 셀 처리부, 그리고 시험 대상물과의 메시지 송수신을 담당하는 ATM송수신부로 구성된다. 여기서 N-엔터티는 ATM 상위 계층을 나타내고 시험 시스템(Testing System)과 SUT와의 연결은 광섬유 등 B-ISDN에서 가능한 물리 매체를 사용할 수 있으며, 기존의 방법과는 달리 시험을 위한 채널을 별도로 준비할 필요가 없게 된다.



(그림 5) 가상 채널을 이용한 시험방법 및 구성  
(Fig. 5) Conformance test method and configuration using idle virtual channel

LT는 UT의 연결 요구, UT의 해제 요구, LtoU용, 그리고 implicit send용 TCP 셀을 UT로 보내도록 시험용 TCP 셀 처리부에게 요구할 수 있어야 하며, UT는 LT의 연결 요구, LT의 해제 요구, UtoL용 TCP 셀

을 LT로 보내도록 시스템 시험 관리부(SMT)에게 요구할 수 있어야 한다. 시스템 시험 관리부와 시험용 TCP 처리부는 시험을 위해 필요한 TCP 셀을 생성하여 송신하거나 수신하여 분석할 수 있어야 한다.

본 연구에서 제시하고 있는 시험 방법은 ATM 망에서 사용하는 프로토콜 스택 중에서 ATM의 상위 계층 즉 AAL, SAAL 및 UNI/NNI 신호 및 향후 정의 될 다양한 서비스를 위한 프로토콜의 검증에 적용될 수 있다.

3.2 TCP용 채널 선정

시험용 ATM연결을 별도로 사용하는 방법은 두가지 형태로 구현할 수 있다. 첫번째 방식은 ATM 망 시험용으로 특정 ATM 연결(VPI, VCI)를 지정하여 Permanent Virtual Channel(PVC)형태로 구현하는 것과 두번째 방식으로서 시험시마다 사용하는 ATM연결을 PVC 또는 SVC 방법으로 할당하여 구현하는 것이다.

또한 별도의 ATM연결을 할당하지 않고 ATM 셀 내에 시험정보를 전달함을 나타내는 Payload Type Identifier(PTI)값을 할당하여 사용하는 방식이다. 이 경우에도 두가지 구현 방식이 있을 수 있는데 첫번째 방식으로서 기존의 Operation And Maintenance(OAM)

셀 식별자로 사용하고 있는 PTI값인 "110"은 그대로 두고 OAM Type정보에 시험정보 전달 채널임을 나타내는 식별자를 확장하여 사용하는 방식을 들 수 있다. 이 경우 OAM 식별자를 적절히 지정함으로써 종단 시스템 및 중간시스템에 적용되는 시험채널을 확보할 수 있다. 두번째 방식으로서 시험정보 전달 Cell 임을 기존의 OAM 식별자가 아닌 별도의 PTI를 지정하여 나타내는 방식이다. 이 경우 사용 가능한 PTI값으로는 "111"등을 들 수 있는데 기존 OAM 체계를 고려하여 선정하는 것이 필요하다.

시험 정보 채널의 구현방식을 <표 1>에 나타내었고, 시험정보채널 선정은 구현의 용이성, 기존 기능에 가장 적은 부담을 주어 중단없는 서비스 연속성을 확보할 수 있는가의 여부가 주요 착안점이라 할 수 있다.

3.3 시험제어 흐름

제시한 시험방법 및 구성을 바탕으로 시스템 시험 관리부에서의 시험에 관련된 TCP 셀의 분배 흐름도를 나타내면 (그림 6)과 같다. 우선 시스템의 초기화에서는 내부 변수등의 시험을 위한 초기화를 수행하고, UT나 ATM계층 처리부들로부터 이벤트를 대기하는 상태로 들어간다.

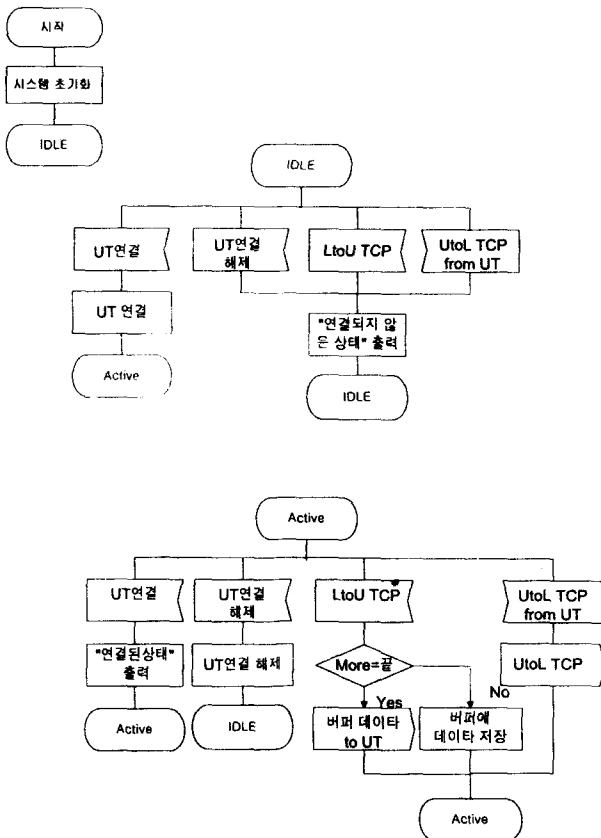
<표 1> TCP 채널 선정 방안 및 비교

	별도 ATM연결 지정			PTI 정보 분류 방안	
	사전 연결	반고정	필요시 연결	TCP 형태 PTI 이용	별도 PTI 이용
VPI/VCI 영역	VIP: 무관 VCI: 32	임의 값	임의 값	시험대상 VPI/VCI	시험대상 VPI/VCI
PTI 영역				TCP용 PTI	시험정보 전달용 PTI 지정
장점		구현된 제품에 적용가능	구현된 제품에 적용가능	최소한의 수정	중간정도 수정
단점	UNI/NNI 차이 구현된 제품 수정 어려움	UNI/NNI 모든 시험경로에 걸쳐 PVC 할당 절차 필요	새로운 신호 연결 부담	TCP 기능에 시험정보 전달기능 추가	기존 TCP 기능 범주가 아닌 새로운 기능 추가필요

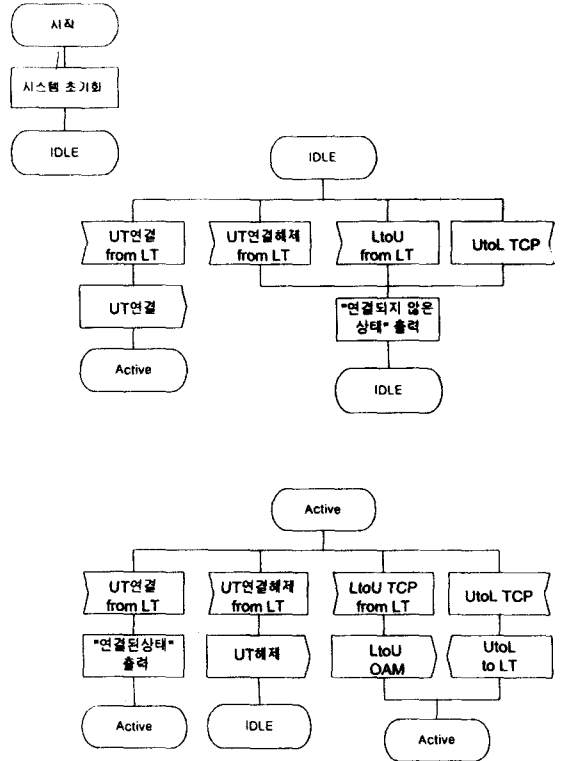
수신된 이벤트의 프리미티브가 "UT 연결 요구"인 경우에 시스템 시험 관리부의 상태가 idle의 경우에는 시스템 시험 관리부를 UT와 연결하고 시스템 시험 관리부를 active로 하며, active인 경우에는 "이미 연결"이라는 메시지를 상대방으로 출력하고, 다시 이벤트 대기 상태로 돌아간다.

"UT 해제 요구"인 프리미티브를 수신한 경우, 시스템 시험 관리부의 상태가 idle의 경우에는 "이미 해제"이라는 메시지를 상대방으로 출력하며, active인 경우에는 시스템 시험 관리부를 UT와 해제하고 시스템 시험 관리부를 idle 상태로 하며, 다시 이벤트 대기 상태로 돌아간다.

수신된 이벤트의 프리미티브가 시험 데이터인 경우, 시스템 시험 관리부의 상태가 idle의 경우에는 "연결 선행"이라는 메시지를 상대방으로 출력하며,



(그림 6) 시스템 시험 관리부의 TCP 셀의 분배 흐름도 (Fig. 6) TCP cell flow chart of the system test management module



(그림 7) 시험용 TCP 셀 처리부의 TCP 셀의 분배 흐름도 (Fig. 7) TCP cell flow chart of the TCP cell processor module

active인 경우에는 다음과 같은 기능을 수행한다. UT로 부터 이벤트를 수신한 경우에는 UtoL TCP 셀을 생성하여 ATM계층 처리부로 이를 송신하며, 시험 시스템으로부터 이벤트를 수신한 경우에는 시험형태에 따라 LtoU의 경우 LtoU을 수신하였음을 UT로 알리고, implicit send의 경우, 시험 데이터를 버퍼에 저장하고 more가 끝을 나타내면 수신된 데이터를 UT로 송신하고 끝이 아닌 경우는 다시 이벤트 대기 상태로 돌아간다. (그림 7)은 시험용 TCP셀 처리부에서의 시험에 관련된 TCP 셀의 분배 흐름도를 나타낸 것으로서, 시스템 시험 관리부와 유사한 기능을 수행한다.

상기의 채널을 선정시에 고려해야 할 사항은 통신매체를 통한 TCP제어정보가 지연이나 전송오류 등으로 인하여 IUT의 프로토콜 동작 즉 Finite State Machine(FSM)에 영향을 미쳐서는 안된다. 특히 광섬유를 통해 수백 M bps의 전송속도로 통신하는 ATM

망의 경우에는 매우 심각한 고려사항으로 작용하므로 별도의 시험 정보 전달용 ATM연결을 설정하거나 시험 채널을 그대로 이용하는 형태가 요구된다.

#### 4. 결 론

통상 사용되는 원격시험방법으로는 SUT측에서 능동적으로 시험 사건을 발생시켜야 하는 경우에 개발자가 직접 수동적으로 운용을 하거나, IUT에 대한 제어 및 관찰이 불가능한 경우도 발생하게 된다.

ATM망에서 프로토콜 적합성 시험시 시험 영역을 최대화하고, 오류검출 영역을 극대화하기 위해서는 원격시험방법보다는 분산시험방법이 적절하며, 분산시험방법을 채택할 경우 TCP를 이용하는 방식이 유력하게 검토되어야 하므로 시험정보를 전달하기 위한 채널을 확보하는 것이 요구된다. 그러나 시스템 개발시에 분산시험방법을 충분히 고려하여 TCP 채널을 사전에 확보한 경우는 거의 사례가 없다.

본 논문에서는 상기 제약사항을 해결하기 위하여 ATM계층의 기능 중 유휴 가상 채널에 프로토콜 시험 기능을 갖게 하여 TCP 채널로 활용하는 방안을 제시하였다. 통상 ATM 망에서는 최소 수십 M bps 또는 수백 M bps의 통신 채널을 제공하므로, 프로토콜 적합성 시험을 위해 TCP용으로 주고 받아야 할 데이터의 양은 수십 byte이므로 시험을 위한 트래픽은 ATM 통신 채널에서 무시해도 무방하다고 할 수 있다.

본 방식은 ATM 채널을 이용하여 시험 영역을 극대화시키고, 오퍼레이터의 개입 없이 시험의 자동화 구현이 용이하고, ATM장치의 정상동작에는 영향을 주지 않음은 물론 시험제어를 위한 별도의 채널을 확보하지 않고서도 분산시험방법을 적용할 수 있다는 점을 특징으로 들 수 있다.

B-ISDN 및 초고속 서비스 중 다자간 영상회의, Video On Demand (VOD)등에 요구되는 다자간 프로토콜 시험시 복수개 LT 및 복수개 IUT간의 동기화 문제의 해결방안으로서 본 방식이 적용될 수 있으며, 상호 운용성 시험에서 사건들을 발생/분석하는 시험기와 네트워크내의 모니터간의 동기화를 효율적으로 처리하는데도 활용될 수 있다.

#### 참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC 9646-1 Information technology-Open System Interconnection-Conformance testing methodology and frame work-Part 1:General Concepts, 1994. 3. 14.
- [2] ISO/IEC 9646-1 Information technology-Open System Interconnection-Conformance testing methodology and frame work-Part2:Abstract Test Suite Specification, 1994. 3. 14.
- [3] ISO/IEC 9646-1 Information technology-Open System Interconnection-Conformance testing methodology and frame work-Part 3:TTCN Extensions, 1994. 3. 14.
- [4] ATM Forum, Introduction to ATM Forum Test Specification Version 1.0, af-test-0022.000
- [5] H.X.Zeng, Q.LI, X.F.Du and C.S.HE, "New Advances in Ferry Testing Approaches", Computer Networks and ISDN Systems, Vol.17, pp47-54 1988.
- [6] H.X.Zeng, S.T.Chanson, and B.R. Smith, "On Ferry Clip Approaches in Protocol Testing", Computer Networks and ISDN Systems, Vol.17, pp77-88, 1989.
- [7] O.RAFIQ, "The Astride Testing Approach: Principles, Tools and Carring Out", Computer Networks and ISDN Systems, Vol.17, pp85-94, 1990.
- [8] 김기영, 김원순, 홍범기, "Experience with the Design of B-ISDN Integrated Test System", IFIP TC6/WG6. 1, Protocol Test Systems VIII, Jan, 1996.
- [9] 최진영, 홍범기, "Generation of Conformance Test Suites for B-ISDN Signalling relevant to Multi-Party Testing Architecture", in Proc. Of International Workshop on Testing of Communication Systems, Sep. 1996.
- [10] 홍범기, 이유허, 최문기 "광역 통신망에서 프로토콜 적합성 시험 기술 개발", 한국 전자공학회지, Vol.21, 1994. 11.
- [11] 홍범기, "B-ISDN시험 기술 표준화 동향", 대한

전자공학회 벨레콤지, Vol.11, 1995. 11.

### 홍 범 기

1982년 홍익대학교 전자계산학과 졸업(학사)  
 1984년 홍익대학교 전자계산학과 졸업(석사)  
 1997년 충북대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
 1984년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원  
 1997년~현재 한국무선통신연구소 소장  
 관심분야: 무선통신, 초고속정보통신기반, 멀티미디어 서비스

### 정 윤 희

1990년 한양대학교 산업공학과(학사)  
 1992년 한국과학기술원 산업공학과 졸업(석사)  
 1992년~현재 한국전자통신연구소 연구원  
 관심분야: 프로토콜 적합성 시험

### 오 창 석

1978년 연세대학교 전자공학 졸업(학사)  
 1980년 연세대학교 전자공학 졸업(석사)  
 1988년 연세대학교 전자공학 졸업(박사)  
 1985년~현재 충북대학교 컴퓨터공학과 교수  
 1990년~1991년 미국 Stanford 대학교 교환교수  
 1994년~1995년 한국통신학회 충북지부 총무이사

### 이 준 원

1976년 서울대학교 전자공학과(공학사)  
 1992년 충북대학교 대학원 전산통계학과(이학석사)  
 1995년 충북대학교 대학원 전자계산학과 박사과정 수료  
 1977년~1979년 삼성전기 기술개발실  
 1980년~현재 한국전자통신연구원 초고속망 연구실장  
 관심분야: 초고속정보통신시스템, 소프트웨어공학, 통신프로토콜 등