

광대역통신망에서 프로토콜 적합성 시험 기술 개발

洪 范 基, 李 裕 景, 催 文 基
韓國電子通信研究所

I. 처음에

국내의 B-ISDN 연구 개발은 산업체, 학계, 연구기관, 통신사업자, 정부가 공동으로 재원 및 인력을 투입하여 수행하고 있는 초대형 장기 국책과제로서 진행되고 있으며, 그 체계는 교환, 전송 및 단말분야로 나뉘어 각각 관련 핵심 기술 및 망을 구성하고 있는 장치를 연구 개발하고, 이를 총괄하기 위한 통신망 종합분야로 구성되어 있다. (그림 1참조)

한편 B-ISDN의 각 장치들은 위에서 언급한 체계와 같이 서로 다른 팀에 의해 개발되어 지고, 복수회사에 의해 사용자에게 제공될 것이다. 그러나 각 분야별로 개발된 장치나 시스템의 프로토콜들은 그 복잡성으로 인하여 서로 다르게 해석하여 구현된 경우가 발생할 수 있으며, 프로토콜의 많은 선택사항으로 인하여 구현된 제품간의 연동된 문제가 발생하는 경우가 있다. B-ISDN 장치들이 규정된 접속 표준에 진정으로 일치하고, 관련 장치들간에 상호 연동이 보장되기 위해서는 모든 프로토콜 구현물에 대하여 충분한 검증과정을 거쳐야 할 것이다. 세계적으로도 프로토콜 시험 검사와 이의 인증은 중요한 이슈로 대두되고 있으며, ISO 및 ITU-T의 관련 그룹에서는 시험방법과 기술적 사항들을 표준화하기 위한 연구를 계속 진행하고 있다.

프로토콜 시험을 위해서는 프로토콜 구현물들이 정의된 표준과 일치하는지를 검증하기 위한 프로토콜 시험 규격의 작성이 선행되어야 하며, 시험 규격을 실현한 프로토콜 시험 장치의 개발이 시급하게 된다. 선진국이나 국제 표준화기구에서도 B-ISDN 관련 시험 규격의 표준화는 착수 단계에 있으며, 프로토콜

시험기 역시 개발 단계에 있는 실정이다. 이러한 시점에 국내에서도 이를 위한 시험환경 구축 및 관련기술 확보를 위한 체계적이고 종합적인 연구의 필요성은 아무리 강조해도 지나치지 않는다.

본고에서는 먼저 프로토콜 적합성시험 방법 및 절차, B-ISDN 프로토콜 적합성 시험 기술에 관한 외국 동향을 요약하고, 국내의 HAN/B-ISDN 연구사업을 중심으로 프로토콜 시험 방안, 프로토콜 시험 규격 작성 및 시험기 개발에 관하여 기술하고자 한다.

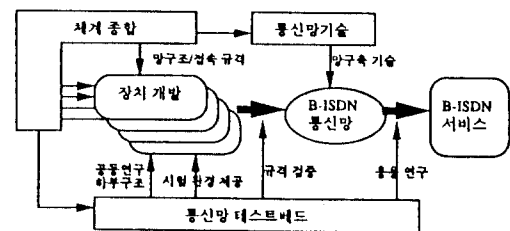


그림 1. HAN/B-ISDN 과제간의 관계

II. 적합성 시험 방법 및 절차

1. 적합성 시험

다양한 정보 통신 장비들이 프로토콜 표준에 근거하여 개발되지만, 표준도 그 자체 내에 많은 선택 사항(options)과 변화성(variability)을 가지고 있음은 물론, 자연어로 표현되기 때문에 그 해석상의 차이로 인한 다양한 구현이 가능하며, 그 복잡성으로 인해 완벽한 구현을 할 가능성이 상대적으로 적어질 수 있다. 이러한 문제에 대한 해결책의 하나로써 구현물이

프로토콜 규격과의 일치 여부를 검증하기 위한 수단을 프로토콜 적합성 시험이라 할 수 있다.

ISO와 ITU-T에서는 프로토콜 구현에 대한 적합성 시험에 관련된 기본적인 시험 방법론, 구조에 관한 개념 및 표준들을 정의하고 있는데, 이것은 프로토콜 적합성 시험 방법론의 표준이 그 결과에 대한 객관성 및 상호 인식을 위해서도 매우 중요한 의미를 갖기 때문이다. 지금까지는 그 범위가 단일 시험으로 한정되어 있으나, 다중 시험에 대해서도 그 연구가 진행되고 있다. 이 밖에도 프로토콜 적합성 시험에 관한 시험 순서 생성 방법론(test sequence generation method), 프로토콜 규격 표현 방법론, 그리고 시험 규격서 작성 등에 관한 연구가 진행되고 있는데 프로토콜 적합성 시험의 기본 사항, 시험 방법 등 ISO, ITU-T에서 권고하고 있는 내용은 다음과 같다.

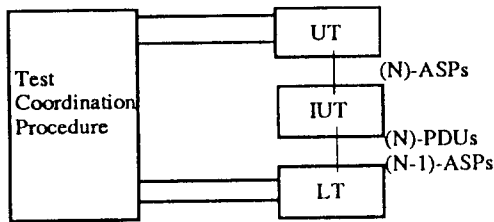


그림 2. 시험기의 개념 구조

시험의 대상이 되는 (N)-엔티티 구현물, 즉 IUT (Implementation Under Test)에 대한 적합성 시험은 (그림 1)에서와 같이 몇가지 주요 구성 요소에 의해 수행 된다. LT (Lower Tester)는 IUT의 하부 또는 외부의 떨어진 부분에서 (N-1)-ASP (Abstract Service Primitive)에 대한 제어 및 관찰을 하는데, 이때 LT는 IUT와 동등한 엔티티가 된다. LT는 시험 항목을 수행시킬 수 있어야 하며, 이 과정에서 PDU(Protocol Data Unit)를 만들고, 하위 엔티티로부터 받은 프리미티브를 분석할 수 있어야 하고, 또한 관찰 결과에 대한 보고 기능도 있어야 한다. Upper Tester(UT)는 IUT의 상위 서비스 경계면에서 (N)-ASP들을 제어 및 관찰한다.

UT는 시험 사건을 제어 및 관찰하는 능력과 off-line 분석을 위한 결과 저장 능력, 그리고 시험기로의 정보 전송 능력을 가져야 한다. 어떤 경우에는

IUT의 상위 계층이 UT로서 사용될 수도 있고, 가장 단순하게는 사용자 접면에서 사람에 의한 조작으로 기능을 대신할 수도 있다. UT는 LT에 의해 주요 동작이 조절되는데, 이들 간의 조정(coordination)을 위해서 TCP (Test Coordination Procedure)가 제공된다. 어떤 기능 구조에서는 Test Management-PDU(TM-PDU)를 사용하는 Test Management Protocol(TMP)이 LT와 UT간의 조정을 위해 정의되기도 한다.¹⁾

그런데, (N)-엔티티가 여러 개의 계층으로 구성된 제품에 구현될 때, 설계 단계에서의 제약 조건 또는 선택 사항에 의해서 어떤 ASP들은 PCO에서 외부적으로 관찰이 불가능할 수도 있다. 그러므로, IUT에서의 ASP에 대한 가용성(Availability)은 시험기(Tester)가 IUT에 대해 가질 수 있는 제어능력 및 관찰 능력의 정도에 의해 좌우된다. 적합성 시험은 이러한 IUT에서의 PCO에 대한 접근성(accessibility)을 기준으로 다양한 시험 방법으로 분류될 수 있다. 또한, 적합성 시험이 수행되기 이전에 IUT에 구현된 선택 사항(options)과 능력(capabilities)에 대한 정보가 피시험자에 의해서 미리 준비되어야 하는데, 이때 Protocol Implementation Conformance Statement(PICS) 및 Protocol Implementation eXtra Information for Testing(PIXIT)을 통해 시험 가능 및 불가능한 것을 판단하기 위해 필요한 정보가 제공될 수 있다.²⁾

실제 시험에서는 현실적인 제약 조건으로 인해서 규격에 있는 모든 사항을 검사하는 것이 불가능하고 또 경제적인 고려 사항도 시험에 크게 영향을 주기 때문에 시험 목적과 중요성에 따른 적합성 시험의 선택을 위해서도 구분은 필요한데, 각 시험 유형을 살펴보면 다음과 같다.

- 기본 상호연결 시험(basic interconnection tests)
- 능력 시험(capability tests)
- 동작 시험(behavior tests)
- 적합성 해결 시험(conformance resolution tests)
- 기타 : 성능 시험(performance tests), 강도 시험(robustness tests)

2. 적합성 시험 방법

IUT에 대한 시험 방법은 크게 내부 시험 방법(local test method)과 외부 시험 방법(external test method)으로 구분된다. 내부 시험 방법은 IUT

의 상위와 하위 경계면에서 직접 사건(event)에 대한 제어 및 관찰이 가능한 방법으로서 시험기와 IUT가 같은 시스템 내에 존재한다. 반면 외부 시험 방법은 IUT로부터 떨어져 있는 부분의 서비스 제공자(service provider) 위의 지점에서 간접적인 제어 및 관찰이 이루어지는 방법으로서 시험기와 IUT가 다른 시스템에 존재해 있다. 내부 시험 방법은 제품 개발 과정에서 공급자에 의한 in-house 시험에 주로 이용되고, 외부 시험 방법은 사용자나 제 3자에 의해 수행되는 시험에서 적용 가능하다.¹³⁾

1) 단일 계층 시험 방법(Single-layer test method)

(1) 내부 단일 계층 시험 방법(Local Single-layer test method:LS)

이 시험 방법(LS)은 (그림 2)에서 처럼 IUT의 상위와 하위 서비스 경계면에서 PCO를 정의한다. 시험 사건(test event)은 IUT 위의 (N)-ASP와 IUT 밑의 (N-1)-ASP, (N)-PDU로 구성이 된다. 이때, LT는 (N-1)-ASP와 (N)-PDU에 대한 제어 및 관찰을 수행하고, 반면 UT는 (N)-ASP에 대한 제어 및 관찰을 한다. TCP에 대한 요구 사항은 추상 적합성 시험 규격(Abstract conformance test suite)에 정의된다. LT와 UT, 그리고 IUT 모두 동일한 시스템 내에 존재한다. 이 시험 방법은 효율적이기는 하지만 IUT에 대한 접면(interface)이 제어 가능해야 하기 때문에 자체 시험에 적합하다고 할 수 있다.

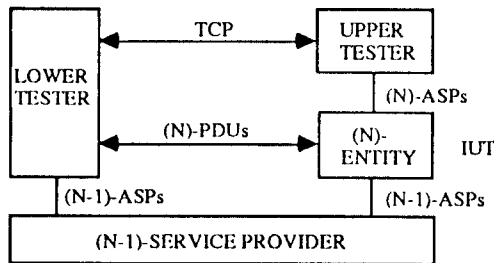


그림 2. 내부단일 계층 시험 방법

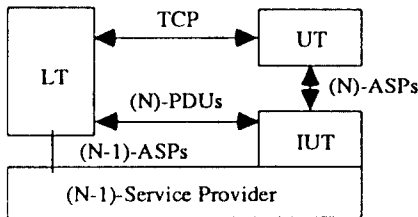


그림 3. 분산 단일 계층 시험 방법

(2) 분산 단일 계층 시험 방법 (Distributed Single-layer test method:DS)

이 시험 방법(DS)은 (그림 3)에서처럼 IUT의 상위 서비스 경계면과 IUT로부터 떨어져 있는 (N-1)-서비스 제공자 반대편 쪽에서 PCO를 정의한다. 시험 사건은 (N)-ASP, (N-1)-ASP 그리고 (N)-PDU로 구성되고 LT와 UT는 각각의 PCO에서 제어 및 관찰 기능을 수행한다. UT는 SUT내에 있지만 LT는 시험기에 존재하기 때문에 UT와 LT간에 동기화가 문제가 된다. TCP를 위한 표준은 규정되어 있지 않기 때문에 다양한 형태로 구현이 가능하다. 가장 단순한 방법으로는 시험기와 SUT 운용자간의 구두에 의한 의사 교환 방법이 있을 수 있고, ferry protocol이라고 하는 별도의 프로토콜을 이용하여 TCP를 구현하는 방법이 있을 수 있다. 이 방법은 실제로 많은 경우에 IUT의 상위 접면(interface)에 대한 제어가 시험자 측에서 용이하지 않다는 어려운 점이 있다.

(3) 조정 단일 계층 시험 방법 (Coordinated Single-layer test method:CS)

이 시험 방법(CS)은 표준화된 UT와 TMP를 사용함으로써 DS 방법을 약간 개선시킨 것이다. 그림 4에서처럼 이 시험 방법에서는 IUT와 떨어져 있는 (N-1)-서비스 제공자 쪽에서만 PCO를 갖고 (N-1)-ASP와 (N)-PDU, TM-PDU로 시험 사건을 구성한다. LT는 시험기 측에서 TM-PDU를 이용하여 UT의 행동을 제어하고, UT는 SUT 내의 IUT 위에 존재하면서 IUT 위의 서비스 접면에서 시험 사건을 실행시키는 기능을 수행한다. 이 시험 방법도 DS 방법과 마찬가지로 UT와 LT간의 동기화가 문제시 된다.

(4) 원격 단일 계층 시험 방법 (Remote Single-layer test method:RS)

이 시험 방법(RS)은 (그림 5)와 같이 IUT가 상위 서비스 경계면에 PCO를 갖지 않는다. 시험 사건은

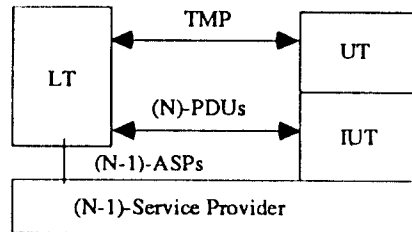


그림 4. 조정 단일 계층 시험 방법

(N-1)-ASP와 (N)-PDU로 구성이 되고 UT와 TCP는 규정되지 않는다. 따라서 UT의 기능들은 SUT에 의해서 수행될 수가 있고, 이 방법은 주로 X.25 패킷 계층 프로토콜과 링크 계층 프로토콜처럼 시험 수행 중에 사용자가 발생시키는 사건이 많지 않은 시험에 주로 사용된다.

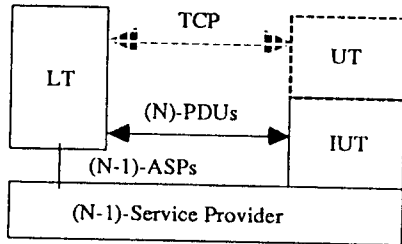


그림 5. 원격 단일 계층 시험 방법

2) 다수 계층 시험 방법(multi-layer test method)

다수 계층으로 구성된 IUT를 하나의 시험 대상으로 간주하고 전체를 한번에 시험하는 방법으로서 다수 계층 IUT의 동작을 잘 알고 있는 경우에 가능한 방법이다.⁷ 이 방법에서는 IUT 내부에 존재하는 계층간 경계면에 대한 제어 및 관찰을 수행하지 않는다. 여기에서도 단일 계층에서와 마찬가지로의 시험 방법 분류가 정의될 수 있다. LM(Local Multi-layer) 시험 방법은 LS 시험 방법과 유사하다. 단, IUT는 (N)-(N+n) 계층으로 간주되므로 시험 사건은 (N+n)-ASP와 (N-1)-ASP, (N)-(N+n)-PDU로 구성이 된다. 다른 3개의 외부 다 계층 시험 방법도 IUT가 (N)-(N+n) 이라는 점을 제외하면 해당 단일 계층 시험 방법의 경우와 거의 동일하다.

3) 다수 계층 IUT에 대한 단일 계층 시험 방법(embedded test method)

이 시험 방법은 다수 계층 IUT에서 특정한 하나의 계층만을 시험하고자 할 경우에 사용되는데, 이때 시험받는 계층의 상위 모든 계층에 대한 protocol activity가 규정되어야 한다.⁷ 그러나, IUT 내부에 존재하는 서비스 경계면에서의 제어 및 관찰은 이루어지지 않는다. 다시 말해서 (N)-(N+n) 계층으로 이루어진 IUT에 대해 계층 (N+i)를 시험한다고 하면 계층 (N+i) 뿐만아니라 계층 (N+i+1)에서 (N+n)까지의 모든 PDU가 명확하게 규정이 되어 있어야 한

다. 이 방법에서도 내부 및 외부 시험 방법이 정의되는데 IUT 위에 PCO가 존재하는 경우에는 최 상위 계층 위에 존재하고, 시험 대상 계층과의 사이에 있는 계층에 대해서는 PDU가 규정이 될 뿐 제어 및 관찰이 이루어지지 않는다는 점만 다르다.

3. 시험의 수행 절차

ISO와 ITU-T에서는 (그림 6)과 같은 적합성 시험 과정을 제안하고 있는데, 다섯 개의 주요 단계로 구성된다.¹⁰ 첫 번째 단계는 PICS에 관한 분석을 수행하는 일이다. 이 단계에서는 관련 규격에 정의된 정적 적합성 요구 사항과의 일치성이 확인된다. 두 번째 단계는 적합성 시험 규격서로부터 적당한 시험 항목을 선정하는 일이다. 이때 피시험자로부터 제공 받은 PICS와 PIXIT이 이용되고, 관련 파라메타의 선정도 이루어진다. 이와 더불어 시험 항목을 실행 가능한 상태로 변환하는 일도 수반된다. 이 결과를 parameterized executable test suite이라고 한다. 세 번째 단계에서는 실제로 시험을 수행한다. 이때 수행이 되는 시험의 종류에는 기본 연결 시험, 능력 시험 그리고 동작 시험 등이 있다. 기본 연결 시험을 통과한 IUT만이 추가 시험을 적용할 자격이 부여된다. 네 번째 단계에서는 결과에 대한 분석이 이루어지는데, 결과 분석은 각 시험 항목에 대한 시험 목적과 관찰된 사건들의 타당성 관점에서 이루어지고, 그 판정은 합격, 불합격 그리고 판단 불가능의 형태로 나타난다. 판단 불가능의 판정은 관찰된 결과가 시험 목적에는 타당하지 않지만 적합성 요구 사항에는 타당할 경우에 내려진다. 마지막 단계에서는 결과들을 종합하여 결론이 내려지고 보고서가 작성된다. 보고서는 시스

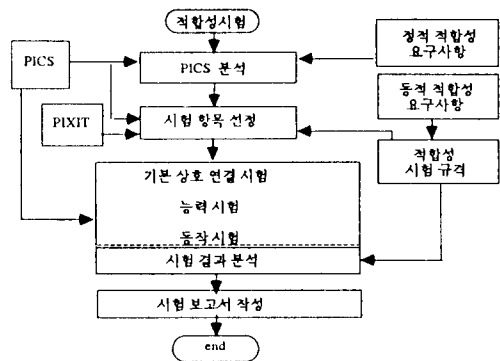


그림 6. 시험 절차

템에 대한 System Conformance Test Report (SCTR)와 프로토콜에 대한 Protocol Conformance Test Report(PCTR)로 구분이 된다.^[2]

Ⅲ. B-ISDN 프로토콜 시험기술 동향

유럽에서는 현재 12개국에 참가하여 B-ISDN을 기반으로 하는 Integrated Broadband Communication Network(IBCNC)을 구축하고 이에 대한 보급을 촉진하기 위한 Research and technology development in Advanced Communications technologies in Europe(RACE) 프로젝트들을 수행하고 있으며 그 중에서 프로토콜 기준연구, 테스트 베드 구성 및 적합성시험 분야에 여러가지의 노력을 기울이고 있다.^[12] 테스트 베드 구성 관련으로는 B-UNI 기준을 만족하는 다양한 통신장비들에 대하여 프로토콜 적합성 시험을 위한 시험환경 구축에 중점을 두고 있고, 이 외에도 적합성 시험방법론, 프로토콜 시험장비 개발 등에 대하여 많은 프로젝트가 수행되고 있다.

특히 B-ISDN 프로토콜 시험을 위한 장치의 개발은 RACE(PARASOL 프로젝트) 및 ATM forum에 참가한 업체들을 중심으로 활발히 이루어져서 현재 HP, Alcatel, W&G, TEKELEC, IGT 등에서는 물리계층 및 ATM계층에 관련된 시험과 시뮬레이션 그리고 ATM적응계층 일부의 시험이 가능한 장치를 개발한 상태이다. 현재 이 시험장치들은 UNIX를 기반으로 하여 멀티프로세싱의 환경을 제공하며, 데이터베이스를 활용하여 시험케이스등의 관리를 용이하게 하고, X-윈도우등의 윈도우 기능을 탑재시켜 사용자들의 조작 및 관리가 편리하도록 처리한 것이 그 특징이라 할 수 있다. 시험장치의 종류는 크게 나누어 프로토콜의 시험에 중점을 둔 것과 전송상의 성능평가 및 측정에 중점을 둔 것으로 구분될 수 있으며, 각 시험장치들 모두 앞으로 정의될 B-ISDN의 규격에 맞추어 보장이 이루어질 것이다.

미국에서는 지금까지 B-ISDN을 위한 적합성 시험 방법론 및 테스트 베드 관련 등에 대하여 충분한 연구가 이루어지지는 않았지만, 1991년부터 시작되어 많은 통신관련 장비의 제조업자들이 참가하고있는 ATM forum을 중심으로 ATM 프로토콜에 대한 다양한 사항이 합의 및 결정 되어감에 따라 다수 제공자

들의 통신장비에 대한 상호 연동성시험의 중요성이 부각되기 시작하면서 활발하게 관련 연구가 이루어지고 있다. BT에서는 다른 RACE 프로젝트에서 만들어진 요소들을 조합하여 실험적인 광대역 스위치 망(B-UNI demonstrator)을 구축하는 프로젝트를 1988년 하반기 부터 착수하였다. B-UNI demonstrator를 위한 접면 규격은 demonstration용 임을 의식해서인지 상당 부분을 단순화시키고 생략하였다. 이러한 demonstrator 시스템의 구조상 특징으로는 다양한 서비스에 충분한 적응성을 갖도록 하며 특정기술에 의존하지 않도록 하기 위하여 단말기, CPN, Customer Access Connection(CAC), 스위치로 구성되는 여러 서브시스템으로 구성하였다는 점이다.^[11]

네델란드의 PTT연구소가 주축이 되어 만들어진 TRIBUNE 프로젝트는 유럽에서 프로토콜 적합성 및 상호 연동성시험에 큰 관심을 가지고 있음을 보여 주고 있으며, 1992년 1월에 시작되어 1994년 12월 현재까지 진행되고 있다.^[17] TRIBUNE 프로젝트의 목표는 이미 구축된 B-UNI demonstrator에서의 각종 개발 장비들을 충분히 활용하고 B-ISDN의 진화에 따른 시험환경의 적절한 변화를 수정 보완하며 전체적으로는 타 프로젝트에서 개발될 B-ISDN장비들과의 연동성 확인에 사용될 수 있는 시험환경을 구축하고자 하는 것이다. TRIBUNE 테스트 베드의 구성은 (그림 7)과 같다.

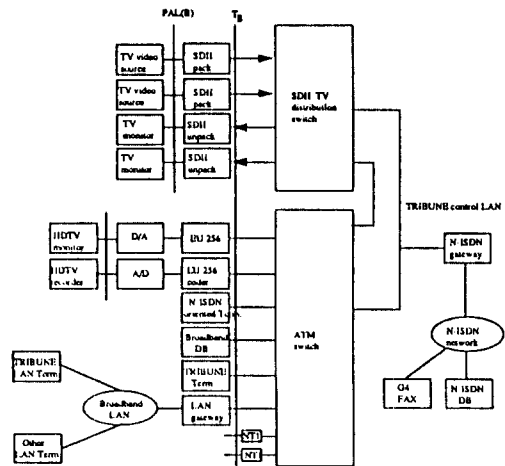


그림 7. TRIBUNE 테스트 베드의 구성

그림에서 알 수 있듯이 TRIBUNE 테스트 베드의

특징으로는 SDH 분배스위치와 ATM 스위치를 가지고 있어서 여러 TV 화상 근원지로부터의 신호를 SDH 구조로 만들어 교환이 이루어지며 HDTV 코덱은 B-UNI의 결과물을 이용하였다는 점, 그리고 제어를 위한 망은 B-UNI에서와는 다르게 Ethernet LAN을 지원하도록 되어 있고, 광대역 접면 시험기는 B-UNI의 계층 1 시뮬레이터를 사용하고 어느정도 시험의 절차등을 자동화 할 수 있도록 수정하였다는 점 등이다. TRIBUNE에서는 시험장치로서 TB 접면을 시험하기 위한 계층 1 시뮬레이터와 LAN과의 연동시험을 위한 B-UNI commom command message set(BCCMS) 시험 케이스를 개발하였다. RACE PROVE 프로젝트에서 개발된 시뮬레이터를 기본으로 수정 보완된 계층 1 시뮬레이터는 연속적인 비트시험 신호에 대한 시험과 셀의 조립/분해기능을 가지며, 향후 상위 계층기능을 추가할 경우 단말기 시뮬레이터로도 동작이 가능하다는 특징이 있다. BCCMS 시험 케이스는 LAN에 연결된 장비들을 시험하고 모니터링하여 장애를 검출하며 시험절차 표현의 유연성 및 프로그래밍의 용이성 등을 고려하여 LAN 제어보드를 내장한 IBM 퍼스널 컴퓨터 상에서 윈도우와 데이터베이스를 활용하여 구성한 것도 특징이다.

유럽에서는 B-ISDN환경에서의 프로토콜 적합성 시험을 위하여 RACE 프로젝트의 한 부분으로 수행하고 있다. RACE 프로젝트에서는 B-ISDN의 적합성 시험이 OSI 프로토콜 적합성 시험¹⁰⁾의 경우와는 다음과 같은 사항이 다르다는 점을 고려하여 이를 위한 적절한 시험방법, 시험환경의 구성형태, 시험절차의 기술방법 등에 대하여 연구를 하고 있다. 네덜란드 PTT연구소에서는 ISO 9646에서 정의하고 있는 시험 방법중에서 가장 효과적이라고 알려져 있으나 그 구현상의 어려움으로 인하여 사용이 제한되었던 내부시험 방법을 ferry clip의 개념을 이용하여 B-ISDN 프로토콜의 적합성 시험을 할 수 있는 방법으로 제안하였다. 처음 Zeng(6)이 제안한 loopback ferry의 개념에서 상당히 진전되어 모든 시험방법에 적용이 가능하도록 일반화 시킨 ferry clip의 시험방법은 ISO의 분산시험 방법중 UT의 구현방안으로 채택되었고, 또한 유럽의 12개국이 참가하여 프로토콜 시험관련의 RACE 프로젝트에서도 적용이 되는등 가장 유력한 B-ISDN 프로토콜 시험 방법중의 하나로 제시되고 있다.

원래의 ferry clip은 IUT에 대하여 2개의 PCO(하나는 UT를 위한 것이며 또다른 하나는 LT

를 위한 것)를 가지고 있다. 또한 passive ferry clip은 단지 하나의 IUT를 액세스하도록 되어있다. 또한 PCO들은 ferry 프로토콜에 의하여 제어되지 못한다는 점이 B-ISDN의 시험환경에 적용하기에 불충분한 요인이라고 할 수 있다. 따라서 네덜란드 PTT 연구소에서는 IUT 경계면의 여러 지점에서 ferry 프로토콜에 의하여 제어가 가능하고 B-ISDN의 동작중 임의의 계층에 대한 시험도 가능한 프로토콜 시험환경을 구축하였다.(그림 8)¹¹⁾

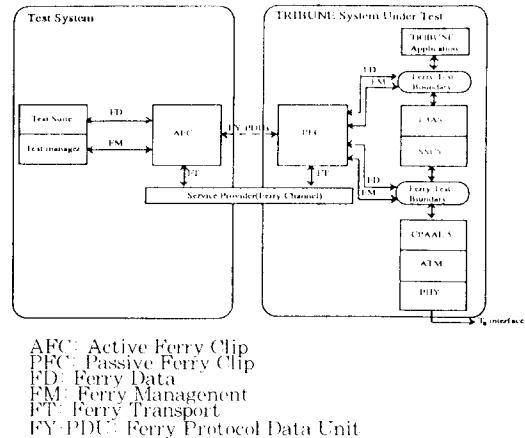


그림 8. B-ISDN을 위한 Ferry 시험환경

(그림 8)의 좌측부분(test system)은 SUT를 액세스하기 위하여 ferry 채널을 사용한다. 이러한 ferry 채널의 구현 측면에서 볼 때 다양한 방안이 있을 수 있으며 TRIBUNE에서는 X.25, TCP/IP, ATM 광대역 접면 등을 고려하고 있다. 그림에서 보듯이 PTT의 시험환경과 원래의 ferry clip과의 큰차이는 수동 ferry는 데이터의 전달 뿐이 아니라 관련 제어 정보도 전달하도록 함으로써 PCO의 추가 삭제 등을 포함하는 각종의 제어를 가능하게 하였다는 점이다. 시험 시스템에도 실제의 적합성 시험의 수행을 제어하는 시험 규격모듈과 ferry 채널의 연결 관련 및 ferry 기능을 제어하는 시험 관리자 모듈을 각각 두어 처리하는 특징이 있다. 또 하나의 중요한 사항은 비록 가능한 계층의 구성이 많이 있으나 시험 가능한 계층의 분류에 대하여 TRIBUNE에서는 SSCS 계층 아래 부분은 전송 측면이 강하다는 점에서 SSCS의 하위에서의 관측만으로 시험을 시도하며, SSCS계층 이상의 시그널링 계층에 대한 프로토콜 적

합성시험을 시도하기로 결정하였다.^[14]

IV. HAN/ B-ISDN 프로토콜 시험 방안

1. 고려사항

B-ISDN 프로토콜에 대한 시험 방법 결정이나 시험 환경 구축시에 고려해야 할 사항을 물리적인 접면, 물리적인 연결, CPN 구성, 제어 평면과 사용자 평면, 구현 형태로 나누어 기술하면 다음과 같다. ^[15]

1) 물리적인 접면

B-ISDN 적합성 시험 시나리오 및 방법에 영향을 줄 수 있는 첫 번째 요소로서 기준점과 관련되어 결정되는 물리적인 접면의 위치를 생각할 수 있다. ITU-T에서는 물리적인 접면의 형태를 다음과 같이 제안하고 있다.

- ① 기준점 SB와 TB가 모두 있는 경우
- ② 기준점 SB만 있는 경우
- ③ 기준점 TB만 있는 경우
- ④ 기준점 SB와 TB가 일치하는 경우

①의 경우 SB와 TB에 대한 완전한 제어가 가능하지만, ②와 ③의 경우에는 NT2와 NT1 또는 TB와 NT2가 하나의 장치로 구현이 되기 때문에 각각 TB와 SB에 대한 제어가 불가능하다. ④는 NT2에 관련된 기능이 없을 경우를 의미한다.

2) 물리적인 연결

기능 그룹에서도 기준점 SB에서 사용자 터미널이 다수 연결되어 있는 형태(multiple connection)에 대한 가능성이 고려되어야 한다. 그러나, 기준점 TB에 대해서는 NT2와 NT1 사이에 하나의 물리적인 연결로도 상위 비트 속도를 지원할 수 있다.

3) CPN 구성

CPN 구성은 다음 세 가지 경우가 가능하다.

- ① 하나의 터미널을 지원하는 CPN
- ② 내부 스위칭 기능이 존재하는 다수 터미널을 지원하는 CPN
- ③ 내부 스위칭 기능이 필요없는 다수 터미널을 지원하는 CPN

각각의 경우에 대하여 각 장치에 존재하게 되는 프로토콜 스택과 기능들이 상이할 수 있으며, 물리적인 접면과 관련해 여러가지 SUT 형태가 정의될 수 있다. SUT 형태는 크게 TE와 같이 하나의 기준 접면과 관련이 있는 경우와 NT1, NT2와 같이 두 개의

기준 접면과 관련이 있는 경우로 나눌 수 있는데 각각에 대해 다른 시험 방법이 고려될 수 있다. 일반적으로 전자의 경우에는 외부 시험 방법(External Test Methods)을 적용할 수 있는데, 그 중에서 특정 시험 방법의 적용 여부는 SUT 내에 UT를 정의할 수 있는지에 따라 결정될 수 있다. 후자의 경우는 두 개의 기준 접면이 독립적으로 고려될 수 있다면 외부 시험 방법의 적용이 가능하지만, 그렇지 않을 경우에는 두 개의 물리적인 접면을 동시에 시험하는 방법이 고려되어야 한다. 한 예로, SUT를 사이에 두고 두 개의 시험기가 각각 송신측과 수신측으로 나누어져서 시험하는 형태를 생각할 수 있다.

4) 제어 평면과 사용자 평면

B-ISDN에서는 사용자 정보와 제어 정보를 분리하여 호의 설정, 유지 및 해제를 관장하는 제어 평면과 사용자 정보 전송에 관계되는 역할을 수행하는 사용자 평면으로 나누며, 일반적인 통신 절차는 제어 평면에 의한 호 설정, 사용자 평면의 데이터 전송 및 제어 평면의 호 해제 단계를 거쳐서 이루어진다. 따라서 시험은 이 두 평면에 대한 고려가 반영되어야 한다. 이에 적당한 시험 방법으로서 제어 평면과 사용자 평면을 독립적으로 시험하는 pseudo-independent 방법과 두 개의 평면을 동시에 시험하는 parallel 방법이 있다.

5) 구현 형태

앞에서 검토한 시험 방법들 중에서 CS 방법 및 DS 방법은 시비스의 개념이 포함되어 송수신 절차를 많이 가지는 상위 계층의 시험에 적합하며, RS 방법은 사용자가 발생시키는 사건이 거의 없는 송수신 기능이 강조된 프로토콜 시험에 적합하다. 그런데, 현재 ATM 프로토콜은 셀의 송수신 기능을 주로 가지고 있다는 점과 많은 부분이 속도 등을 고려하여 하드웨어로 구현이 되기 때문에 PCO등을 위한 접면이 개방되지 않는 구현 제품이 많을 것이라는 점 등을 고려하면 ATM계층 이하에 대해서는 Remote 방법으로도 충분히 가능할 것이며, ATM적용계층 이상의 계층에 대해서는 CS 또는 DS 방법이 고려될 수 있다.

2. 프로토콜 시험 분야 및 환경

1) 개요

프로토콜 시험은 크게 프로토콜 적합성 시험과 연동성 시험으로 나눌 수 있는데, 여기서는 이들 각각에 대해 시험 환경을 살펴보고 종합적인 프로토콜 시험

센타의 구성에 관하여 기술하고자 한다. 여기서 시험 대상 시스템(SUT : System Under Test)은 HAN/B-ISDN 접속표준 프로토콜을 적용하여 구현된 단말기, 단말기 정합장치(B-TA), 망종단 장치(B-NT), 가입자 액세스 장치(MSS, DANS) 및 ATM 교환기 등을 말하며, 1 차적인 시험 대상 프로토콜(IUT : Implementation Under Test)은 전달서비스(Bearer Service)를 위한 신호방식 프로토콜이 고려되며 텔리서비스(Tele-service)를 위한 프로토콜은 추후 고려한다.

2) 프로토콜 적합성 시험 환경

시험 대상 시스템이 접속 표준에 맞게 구현되어 있는가를 점검하기 위해서는 프로토콜 적합성 시험이 수행되어야 한다. (그림 9)은 일반적인 프로토콜 적합성 시험 환경으로서 시험 환경은 시험 대상 시스템과 시험기가 직접 연결된 형태이고 시험 대상 프로토콜은 시험 대상 시스템에 있는 (N)계층이다. 여기서 시험기와 SUT간의 연결은 (N-1) 이하의 계층의 경우에는 정상적인 프로토콜 기능을 모두 수행하는 에뮬레이션 모드로 설정되며, 프로토콜 시험기의 (N) 계층에는 시험 규격에 따라 시험 이벤트를 발생시키고 응답을 점검하는 기능을 두어 SUT의 (N) 계층이 제대로 동작되는지를 시험한다.

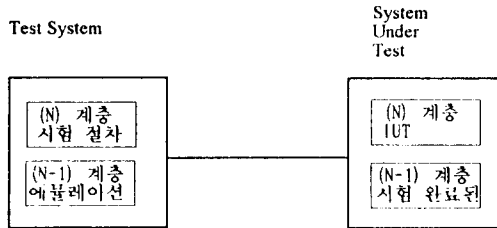


그림 9. 프로토콜 적합성 시험 환경

3) 프로토콜 연동성 시험 환경

프로토콜 적합성 시험은 구현 프로토콜과 표준 프로토콜간의 관계에 대한 것으로서 두 시스템간 상호 연동성을 완전하게 보장하는 것은 아니다. 왜냐하면 실제로 시스템이 상호 접속되어 운용되려면 각각의 시스템에 독자적으로 추가된 기능 및 선택 항목에 대한 운용 방식 등도 같아야만 하기 때문이다. 따라서 이를 위한 시험으로서 두개 이상의 시험 대상 시스템(SUT)을 서로 접속하여 프로토콜 수행상 문제가 없는지를 시험하는 상호 연동성 시험을 들 수 있다.

프로토콜 연동성 시험에는 프로토콜 성능 시험을 포함시키는 것이 가능하며, 시험 대상 시스템(SUT)이 갖고 있는 성능, 서비스 품질 측면에서 정상 상태에서의 서비스 품질 유지 여부 및 과부하 상태 또는 서비스 품질 위반 상태에서의 SUT의 동작을 시험하고 관찰하는 것이 바람직하기 때문이다.

(그림 10)은 일반적인 프로토콜 연동성 시험 환경으로서 시험 환경은 2 개 이상의 시험 대상 시스템이 서로 접속되고, 이들 사이에 프로토콜 모니터링 기능을 수행하는 프로토콜 시험기가 병렬로 연결되며, 여기에 시험기가 접속되어 연동성 시험 규격에 따라 시험 이벤트를 발생시키고 응답을 점검하는 기능을 두어 SUT가 제대로 동작되는지를 시험한다.

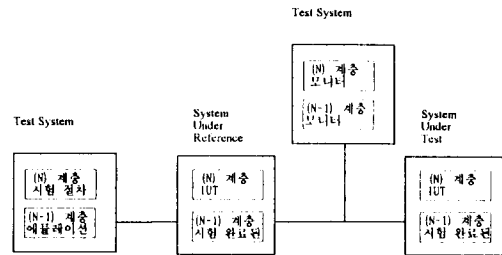


그림 10. 프로토콜 연동성 시험 환경

4) HAN/B-ISDN 프로토콜 시험 센터

HAN/B-ISDN 개발 제품에는 단말기로부터 교환기에 이르기까지 다양한 제품들이 있는데, 이들을 적절하게 시험하는 것은 매우 중요하며, 이들 다양한 제품들간의 상호 연동성 시험 및 서비스 프로토콜 시험을 위해 HAN/B-ISDN 프로토콜 시험 종합 센터의 구성이 필수 불가결하다. (그림 11)은 프로토콜 시험센터의 개념 모델로서 크게 시험 기준 시스템, 프로토콜 시험기 및 시험 대상 시스템의 3 종류의 시스템들로 구성된다. 먼저 시험 기준 시스템은 시험 대상 시스템과 직접 연결되는 것으로서 모든 면에서 완벽하게 동작될 필요는 없지만 시험 대상 프로토콜 관점에서는 정확하고 안정하게 동작되는 시스템이어야 한다. 만약 이를 따로 확보하는 것이 불가능한 경우에는 시험 대상 시스템 중 하나가 이 기능을 대신하게 할 수 있다. 두번째로 프로토콜 시험기는 시험 대상 시스템과 시험 기준 시스템 사이에 병렬로 접속되어 기존 시스템에 영향을 주지 않고, 주고 받는 프로토콜을 검사할 수 있는 프로토콜 모니터, 프로토콜

시험 규격에 따라 시험 이벤트를 발생시키고 응답을 점검하는 연동성/적합성 시험기 및 성능 측정을 위한 호 시뮬레이터 및 트래픽 시험기가 있어야 한다. 시험 대상 시스템으로서 HAN/B-ISDN 개발제품이 모두 적용될 수 있으며 프로토콜 관점에서 볼때 크게 단말 시스템, 중간 시스템 및 교환 시스템의 3 가지로 대별될 수 있는데, 각각에 대한 시험 환경을 살펴 보면 다음과 같다.

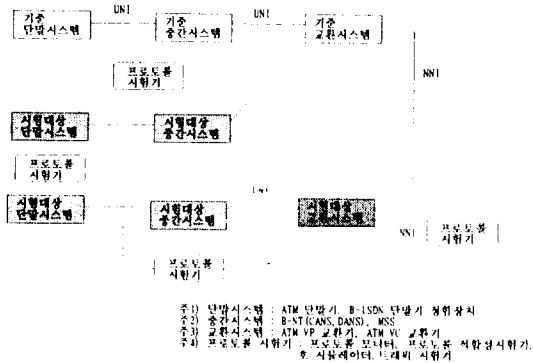


그림 11. 프로토콜 종합 시험센터

3. 개발장치별 프로토콜 시험방안

1) 단말 시스템

프로토콜 시험기의 기능을 망측의 프로토콜 기능을 갖게 하여 (그림 12)와 같이 시험 환경을 구성한다. 이 구성은 ATM 단말기, 단말기 정합 장치 및 B-N-T 등 사용자-망 접속 프로토콜의 단말측 기능을 지원하는 장치의 시험을 위한 것으로서, 본 시스템과 시험 대상 시스템간 인터페이스는 1 개 이상의 SB/TB 로 연결하고 프로토콜 시험기에서 시험 대상 시스템으로 시험 이벤트를 인가하여 응답을 검사함으로써 시험을 수행한다.

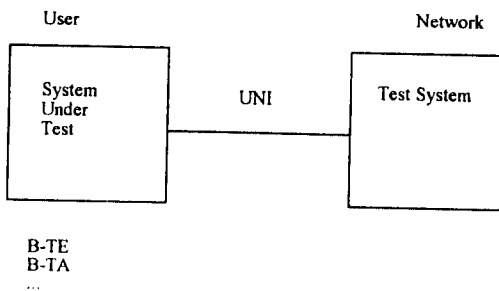


그림 12. 단말측 시험환경

2) 중간 시스템 시험 환경

본 프로토콜 시험기의 기능을 한 부분은 단말기측의 프로토콜 기능을 갖도록 구성하고, 다른 부분은 망측의 프로토콜 기능을 갖도록 구성하여 (그림 13)와 같이 시험 환경을 구성한다. 이 구성은 B-N-T 등과 같이 사용자-망 접속 프로토콜의 사용자측 기능과 망측 기능을 모두 지원하는 장치의 시험을 위한 것으로서, 본 시스템과 시험 대상 시스템간 인터페이스는 한 쪽은 시험 대상 시스템의 망측 인터페이스에, 다른 한 쪽은 시험 대상 시스템의 단말측 인터페이스에 SB/TB 로 연결하고 양쪽이 서로 상대측을 향해 시험 이벤트를 발생시키고 양쪽에서 응답을 검사함으로써 시험을 수행한다.

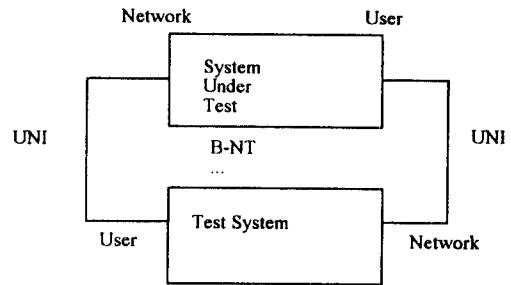


그림 13. 중간 시스템측 시험환경

3) 교환 시스템

본 시스템을 단말기측의 프로토콜 기능 또는 망측의 프로토콜 기능을 갖게 하여 (그림 14)와 같이 시험 환경을 구성한다. 이 구성은 ATM 스위치의 사용자-망 접속 프로토콜중 망측 기능을 지원하는 장치의 시험을 위한 것으로서, 본 시스템과 시험 대상 시스템간 인터페이스는 2개 이상의 SB/TB로 연결하고 양쪽이 서로 상대측을 향해 호를 발생시켜 접속하고 접속된 ATM 연결을 통하여 시험 이벤트를 발생시켜 응답을 분석하여 시험한다.

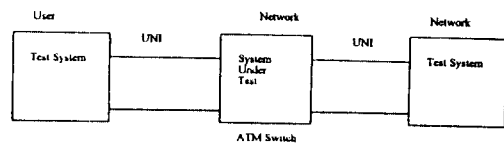


그림 14. 망측 시험환경

V. HAN/B-ISDN 프로토콜 시험규격 작성

1. 개요

프로토콜 적합성 시험을 수행하기 위해서는 우선 시험 목적이 규명되어야 하고, 이에 대한 시험 수행 절차가 정의되어야 하는데, 이를 시험 규격(Test suite) 형태로 정의한다. 시험 규격서는 (그림 15)에서와 같이 수직적인 계층 구조로 구성이 된다.¹⁷⁾ 시험 사건(test events)은 IUT와 UT 또는 LT간의 기본적인 상호 작용을 나타내는데 예로서 IUT로부터 또는 IUT로의 PDU나 ASP의 전송 등이 있을 수 있다. 시험 사건은 시험 단계(test step)로 그룹화되고, 시험 단계는 다시 시험 항목(test case)으로 그룹화된다. 각 시험 항목은 IUT가 어떤 요구되는 능력을 갖는지를 입증한다거나 어떤 상태에서 특정한 사건이 발생했을 때 미리 정의된 대로 동작을 하는지 확인하는 등의 시험 목적을 갖는다. 이러한 시험 항목은 다시 그 논리적인 관계를 나타내는 시험 그룹(test group)으로 묶여질 수 있다.

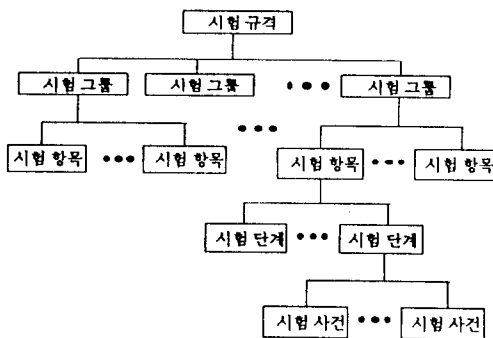


그림 15. 시험 규격서의 구성

시험 규격서는 informal하게는 자연어, semi-formal하게는 TTCN(Tree and Tabular Combined Notation), 그리고 formal하게는 Estelle, LOTOS, SDL 등으로 기술(description)할 수 있다. 자연어로 기술하면 사전에 특별한 교육이 필요없는 장점이 있으나 시험의 갯수와 복잡도가 증가할 수록 규격의 기술이 어려워지는 단점이 있다. semi-formal한 기술은 현재 널리 이용되고 있는 것으로 formal한 syntax와 직감적인(intuitive) semantic으로 기술한다. 특히 intuitive semantic은 시험절차와 결과 분석에 이용한다. Formal한 syntax의 사용

은 시험 규격을 check하기 위해 computer의 도움을 받을 수 있는 장점이 있다.

또한 사전에 그리 많은 교육이 필요하지 않은 장점이 있다. 그러나 시험절차와 결과분석을 intuitive한 semantic을 사용하므로 시험규격은 유일한 의미를 가지기 않을 수 있고, 쓰는 사람에 의존하게 되므로 test coverage가 떨어질 수 있다. Formal한 기술은 syntax와 semantic이 엄격하게 정의되어 시험규격이 unique한 의미를 갖는다. ITU-T와 ISO에 의해 정의되고 있는 formal language로는 SDL, Estelle 그리고 LOTOS등을 들 수 있다. SDL은 많은 사람들이 그 사용법을 알고 있고 specification을 만들거나(editor 그리고 syntax checker) 실행 code의 중간 형태를 유도할 수 있는 제품들이 많이 나와 있다. 그러나 SDL은 복잡한 semantic을 가지므로 규격을 자동적으로 구현하는데 어려움이 있다. Estelle는 communication protocol을 명시하기 위해 PASCAL로부터 유도된(derived) 언어로써, 복잡한 semantic을 가지며, 규격을 기술한 언어라기 보다는 programming 언어처럼 보이는 단점이 있다. 구현하기 쉽기 때문에 많은 commercial tool이 개발되어 있는 장점이 있다. 그럼에도 불구하고 규격 언어로서의 사용은 줄어들고 있다. LOTOS는 semantic이 분명하고 단순하지만 syntax가 친숙하지 않고 semantic 또한 일반적이지 않으므로 배우기 어려운 단점이 있으며, 단지 academic prototype만이 존재할 뿐이고, 실용화된 tool이 거의 없는 상태이다.

2. HAN/BISDN 시험규격 작성방법

1) 자연어를 이용한 시험규격 작성

HAN/BISDN에서는 물리와 ATM계층에 대한 시험규격을 자연어로 기술하였으며, 작성시 주요 고려 사항은 다음과 같다.

- 관련 국제 표준 프로토콜 규격(ITU-T 권고안) 및 접속 표준을 중심으로하고, ATM Forum 등의 자료를 참조하여 시험 가능한 모든 항목을 도출하여 프로토콜 차원에서의 시험절차를 기술한다.
- 시험방법으로는 DS 시험방법을 기본으로 하고 경우에 따라 다른 시험방법들(LS, RS, CS)에도 적용이 용이하도록 융통성을 충분히 고려한다.
- 시험 항목은 시험의 종류에 따라 valid, invalid,

inopportune의 경우로 나누어 기술한다.

- TCP의 구현방법 및 형태는 신뢰성 있는 전달이 가능한 방안이어야 하며, 따라서 TCP의 성능 및 동작은 시험 결과에 영향을 주지 않는다고 가정하고 구체적인 사항은 추후에 고려한다.
- 시험 방법의 적용에 따라서 UT는 SUT내에 혹은 TS내에 존재할 수 있다.
- 시험 방법으로 DS방법을 택할 경우 UT에 대한 구현 방법으로는 ferry clip approach을 고려할 수 있다.
- 적절한 시험을 위해 SUT가 초기상태에 이르도록 이에 대한 명확한 기술이 되어야 한다.
- 시험항목은 B-ISDN의 다양한 형태에 따라 송신측, 중간측, 종단측(또는 송신측 및 수신측)의 경우로 각각 나누어 기술한다.
- PCO는 시험대상 엔티티와 상위엔티티 사이, 시험대상 엔티티와 관리계층 엔티티사이에 각각 하나씩 둔다.
- 시험절차는 사용자 계층 엔티티, 관리계층 엔티티를 동시에 시험하는 것을 기본으로 하여 PCO를 거쳐가는 모든 데이터의 흐름에 대하여 관찰 및 제어가 이루어지도록 기술한다.
- 시험은 점대점(PTP) 연결을 기본으로 하여 작성하고 점대다점(PTMP)에 대한 시험절차는 추후에 고려한다.
- Multiparty 시험환경에서의 적용은 추후에 고려한다.

시험 규격(안)은 크게 시험 규격 구조, 시험 항목 목록, 시험 항목 수행 절차, 그리고 검사 사항의 네 부분으로 구성이 되어 있다. 여기서 시험 규격 구조, 시험 항목 목록, 시험 항목 수행 절차는 서로 수직적인 계층 구조로 표현이 될 수 있다. 이 때 시험 항목 수행 절차는 여러 단계의 시험 사건으로 이루어진다.

우선 시험 규격 구조는 시험 관련 프로토콜에 대한 적합성 요구 사항들을 논리적인 관계로 분류한 시험 그룹으로 구성이 되었다. 각 시험 그룹은 해당되는 시험 목적을 가지며, 다시 세부적인 시험 목적에 따라 시험 항목으로 나누어질 수 있는데, 이러한 시험 항목들은 시험 항목 목록에 기술이 되어 있다. 시험 항목이 가질 수 있는 목적으로는 IUT가 어떤 요구되는 능력을 갖는지를 입증한다거나 어떤 상태에서 특정한 사건이 발생했을 때 미리 정의된 대로 동작을 하는지를 확인하는 등이 있을 수 있다. 시험 항목은

시험 목적에 의해서 발생하는 일련의 사건들로 구성된 적어도 하나 이상의 시험 단계로 구성이 되는데 이러한 시험 항목의 시험 과정은 시험 항목 수행 절차 부분에서 표현이 되었다.

마지막으로 검사 사항에서는 시험 항목 수행 절차에서 기술된 PDU, ASP, 파라메타, 변수 값, 타이머 등의 값과 포맷 등이 자세하게 기술이 되었다. 따라서 각 시험 항목에 대해서 검사 사항에 기술된 값들이 비교됨으로써 시험 결과에 대한 판정이 내려질 수 있다.

2) TTCN을 이용한 시험 규격 작성

HAN/B-ISDN에서는 SAAL과 Q.2931 계층에 대한 시험 규격을 TTCN(Tree and Tabular Combined Notation) 언어로 기술하였는데, 전술한 바와 같이 TTCN은 ISO 및 ITU-T에 의해 권고하고 있는 표준화된 표기법으로서 시험 Specification을 기술하는데 사용되는 Semi-formal 언어로서, TTCN, GR(graphic form)과 TTCN.MP (machine processable form)의 두가지 기술 형식이 있다. TTCN.GR은 읽기는 쉽지만 자동화하기 어려우며 TTCN.MP는 정확하지만 복잡하다. HAN/B-ISDN에서는 TTCN.GR형식으로 기술하고 remote single layer 시험방법을 적용하여 시험 가능한 한 계층 또는 서브계층을 단위로 시험규격서를 작성한다. TTCN으로 기술된 시험 규격서의 구성은 TTCN test suite overview, declaration, constraint 그리고 dynamic behavior로 구성된다.

Test suite overview는 시험 항목 목록으로써 표준 프로토콜로부터 시험 항목을 도출하고 여기에 시험 목적을 정의한 형태의 문서이다. Declaration은 시험 프로토콜의 환경을 정의 한 것으로써, 표준 프로토콜을 시험하기 위한 상수와 변수등을 정의한다. Constraint는 시험에서 발생할 수 있는 모든상황을 정의한 것에 해당되며 특정 시험 목적 달성을 위해 시험 사건마다 사용 또는 점검되는 PDU의 코딩 및 디코딩 방식을 기술한다. 그리고 dynamic behavior는 시험 동작 절차를 기술하며 특정 시험 목적 달성을 위한 시험 사건의 생성 및 점검 절차를 순서를 고려하여 기술한다. TTCN으로 작성된 시험규격의 dynamic table의 한 예를 (그림 16)에 나타내었다.

여기에는 시험항목을 수행하는 절차를 ASP, PDU, 각종 매개변수와 변수, 타이머등을 이용하여 기술한다. 세부내용으로는 시험항목 이름, 번호, 목

적. default reference. behavior가 기술하고, preamble과 postamble도 기술한다. 'u'로 표시된 부분은 "attach"를 나타내며 preamble과 postamble등의 기술에 사용된다. '!'는 send event를 표시하며 '?'는 receive event를 표시한다.

VI. 프로토콜 시험기 개발

1. 개요

여기서는 B-ISDN 사용자-망 인터페이스에 접속되는 개발 장치들의 효과적인 시험 환경 구성 방안을

PDU Type Declaration		
PDU Name: ALT		
PCO Type: LSAP		
Comment: alerting, u <-> n		
Field Name	Type	Comments
PD	OCTETSTRING[1]	protocol discriminator, M
CR	CRinfo	call reference, M, OCTETSTRING[4]
MT	MTinfo	message type, M, OCTETSTRING[2]
ML	OCTETSTRING[2]	message length, M
Cid	Cidinfo	connection identifier, O, OCTETSTRING[4..9]
Nid	Nidinfo	notification indicator, O, OCTETSTRING[5]

PDU Constraint Declaration		
Constraint Name: ALr1		
PDU Name: ALT		
Derivation Path:		
Comment: received ALERTING message as the first response to a SETUP message		
Field Name	Value	Comments
PD	'00001001'B	
CR	CR1	
MT	MT11	
ML	?	
Cid	Cid4 IF_PRESENT	optional
Nid	Nid4 IF_PRESENT	optional

Test Case Dynamic Behaviour				
Test Case Name:		TC00001		
Test Group:		q2931-protocol/pt/U00/		
Purpose:		test input "SETUP" message in state "U00"		
Defaults Reference:		general_default		
Nr	Behaviour Description	Label	Constraints Reference	Verdict
1	+ pr.U00			
2	L ! SETUP START T303MAX		SU1	
3	L ? CL_PR CANCEL T303MAX	L1	CPr1	(PASS)
4	+ cs.U09			
5	+ po.U00			
6	L ? ALT CANCEL T303MAX		ALr1	(PASS)
7	+ cs.U07			
8	+ po.U00			
9	L ? CON CANCEL T303MAX		CNr1	(PASS)
10	+ cs.U08			
11	+ po.U00			
12	+ um			
13	→ L1			
14	? TIMEOUT T303MAX			(FAIL)
15	+ po.U00			
Detailed Comments: line 1: transfer to state "U00"				

그림 16. TTCN으로 작성된 시험규격서의 한 예

제시하기 위한 프로토콜의 적합성, 상호 연동성 및 시스템 성능 시험을 위한 B-ISDN 프로토콜 시험기의 설계 및 구현에 대하여 살펴본다. B-ISDN을 실현하는 장치들을 시험하기 위해서는 시험 목적에 따라 다양한 시험 장비 및 시험 환경이 구축되어야 한다. 특히 연구개발 단계에서는 시험 환경을 실제 운용 환경으로 완전하게 구성하는 것이 비용 및 시스템의 가용성 측면에서 불가능하기 때문에 시험대상 시스템의 상대측 기능을 시뮬레이션 형태로 지원하며 프로토콜 시험을 할 수 있는 시험 장비가 필요하다. 이와 같은 시험 방식은 최근 그 중요성이 날로 강조되고 있는 적합성 시험 및 상호 연동성 시험을 위한 시험 환경에 적절하게 대응시킬 수 있다.

본 시스템은 B-ISDN 사용자-망 인터페이스에 접속되는 장치들과 접속되어 신호 프로토콜에 대한 적합성 시험, 설정된 ATM 연결을 통한 트래픽 전달 시험 및 호의 해제 기능을 미리 사용자가 지정하는 시나리오에 따라 수행할 수 있게 하고 그 결과를 해석하는 기능을 갖는다.

2. 시스템 설계 개념

본 장치의 설계 개념은 다음과 같다. 첫번째는 시스템의 기능 변경 및 확장을 쉽게 하기 위하여 모듈화된 구조를 채택한 것이다. 모듈화된 구조는 간단한 시스템의 구성시에는 오히려 많은 부담을 줄 수 있으나, 본 시스템은 시험 대상 시스템이 제대로 동작되는지를 시험하는데 사용되므로 기능의 신뢰도를 높이고 모듈별로 기능 확장이나 변경이 쉽게 이루어질 수 있게 하는 것이 중요하다. 두번째는 시험 환경 구축시 제기될 수 있는 다양한 시험망 구성에 적절히 적용될 수 있도록 시험 제어부와 시험 접속부를 네트워크를 통하여 소결합 형태로 접속하였다. 이와 같이 함으로써 중앙에서의 시험 시나리오에 따라 여러 시험 접속점을 통한 시험 이벤트의 발생을 가능하게 한다. 세번째는 자체 개발 환경 및 시험 환경의 구축이다. 시험 제어부는 일반 워크스테이션으로 기본 환경을 구축함으로써 시스템의 개발 환경과 목표 시스템을 같게 하였다.

따라서 워크스테이션이 가지고 있는 개발 환경을 그대로 이용할 수 있게 하였다. 또한 ATM 선로 인터페이스를 2개 이상 두어 별도의 시험 대상 시스템이 없이도 자체 기능을 모두 시험할 수 있게 하여 최적의 개발 환경을 구축하였다.

3. 시스템 구현

1) 시스템 구성

본 시스템은 (그림 17a)와 같이 하나의 시험 호스트에 1개 이상의 시험장치를 LAN으로 접속시켜 구성한다. 시험 장치는 B-ISDN 사용자-망 접속 프로토콜 및 선로 접속 기능을 수행하며 시험 트래픽의 처리를 담당한다. 시험 호스트는 시험 장치의 기능을 이용하여 시험 절차에 따른 호 시뮬레이션 기능을 수행한다. 시뮬레이션 절차 및 시나리오는 사용자 인터페이스를 통하여 사용자의 제어 명령을 통해 작성된다. 하나의 시험 장치에는 1개 이상의 ATM 선로 접속 카드를 모듈 방식으로 실장시킬 수 있도록 하고 하나의 시험 호스트는 Ethernet을 통하여 여러 대의 시험 장치를 구성하는 것이 가능하도록 하여 시험 환경 구성에 따라 규모있게 시스템을 구축할 수 있도록 고려했었다.¹⁾

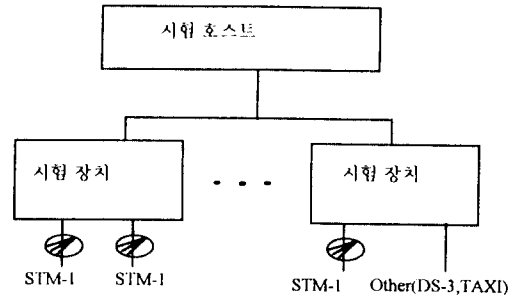


그림 17a. BITS의 시스템 구성도

2) 하드웨어 구현

호처리장치의 하드웨어 구성은 전술한 바와 같이 시험 호스트와 시험 장치로 구성되는데, 시험 호스트는 일반 UNIX 워크스테이션으로 구성하므로, 여기서는 시험 장치의 하드웨어 구성을 위주로 기술한다. (그림 17b)는 시험 장치의 하드웨어 블록 구성도를 나타낸 것이다.

주요 기능 처리부는 FPGA로 구현되어 물리접속의 속도는 155Mbps 이하를 지원할 수 있도록 설계되었으며, 트래픽 처리부는 현재 소프트웨어에 의하여 셀을 생성 및 비교함으로써 트래픽의 속도가 약 1Mbps이하로 제한되나, 향후 하드웨어로 구성함으로써 155Mbps까지의 속도를 지원할 예정이다. 하드웨어 개발 디버깅은 로직 분석기 및 디지털 신호 분석기를 이용하였으며, 주요기능 블록도는

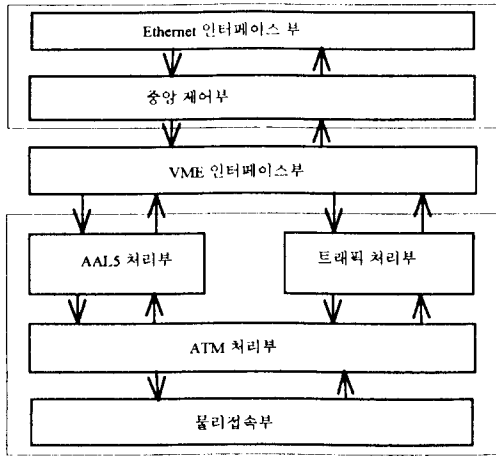


그림 17b. 시험장치의 하드웨어 블록 구성도

Viewlogic 사의 Workview를 이용하여 설계하였고 보드 및 시스템 레벨에서의 loopback 테스트와 같은 자체진단 기능을 갖도록 설계하였다. 향후 물리계층 접속부의 물리 접속을 다양화할 예정이다.

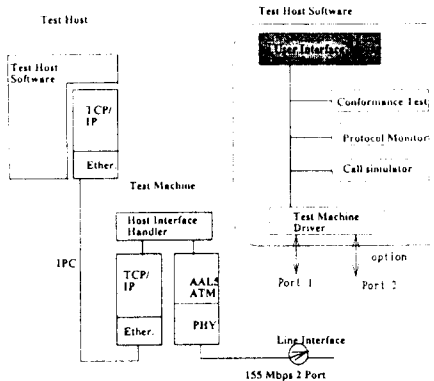


그림 18. 시험기의 소프트웨어 구성도

3) 소프트웨어 구현

본 시스템의 소프트웨어는 시험 호스트와 시험 장치용의 소프트웨어로 나누어지는데 이들간의 접속은 LAN 의 TCP/IP를 통하여 이루어지게 한다. 시험 호스트의 소프트웨어는 UNIX 운영 체제하에서 프로토콜 적합성 및 연동성 시험 이벤트의 발생 및 처리 기능을 수행하며, 시험 장치용의 소프트웨어는 실시간 운영체제인 VRTX 를 기반으로 시험 트래픽 생성

및 제어, ATM 선로 접속 제어 등의 기능을 C 언어로 구현하였다. 한편 본 시스템의 동작 방식은 시험 호스트에서 시험 장치로 프로그램을 다운로드할 때 망측으로 동작시킬 것인가 또는 단말측으로 동작시킬 것인가, 인터페이스의 종류 및 갯수는 몇 개인가 등에 관한 구성관리 데이터를 결정하도록 하였다. 전체 S/W 구성은 (그림 18)과 같다.

Ⅶ. 맺음말

지금까지 프로토콜 적합성 시험을 위주로 국제기구에서 권고하고 있는 시험방법 및 절차에 관하여 기술하였고, B-ISDN 프로토콜 시험 관련 외국의 동향을 살펴 보았다. 한편 국내에서 추진중인 B-ISDN 연구개발 사업내의 시험 환경 구성 방안, 시험 규격 작성 및 프로토콜 시험기 개발에 관하여 약속하였다.

앞에서 언급한 프로토콜 시험 규격을 ITU-T 및 HAN/B-ISDN 접속 표준의 세정에 발 맞추어 작성하고 이를 구현한 시험기 개발 및 프로토콜 종합 시험 환경을 구축해 나아갈 계획이며, 개발되는 각종 시스템을 단계별로 시험, 검증할 수 있는 환경을 마련하고자 한다.

일반적인 시스템 연구개발의 순기에 따르면 사용자 및 시스템 요구사항 정의, 시스템 설계 및 구현과 시험 단계로 분류할 수 있다. 특히 시험단계에는 기능 시험, 프로토콜 시험, 성능시험등으로 나눌 수 있는데, 통신 시스템 경우 네트워크내에서 상호 연동성 및 호환성의 확보를 위해 프로토콜 시험은 매우 중요한 위치를 차지하게 된다. 프로토콜 시험을 위한 기술 확보 및 환경 구축이 시스템의 개발 종료 시점에 착수하기보다 시스템 설계 단계 또는 개발단계에 이루어 진다면 보다 신뢰성있고 완벽한 시스템을 개발하는 결과를 낼 것이다.

參考文獻

[1] ISO/IEC/SC21 ISO 9646. "Conformance Testing Methodologies and Framework". DIS 9646. 1988.

- [2] ITU-TS 권고 X.290, 1988.
- [3] "Protocol Conformance Testing", IBC Common Functional Specification 1992.
- [4] M.Bush, K.Rasmussen and F.Wong, "Conformance testing methodologies for OSI protocols", AT&T Technical journal, pp.84-100, 1990.
- [5] R.L.Probert and O.Monkewich, "TTCN: the international notation for specifying tests of communications systems", Computer Networks and ISDN system 23, pp.417-438, 1992.
- [6] H.X.Zeng, S.T.Chanson and B.R.Smith, "On Ferry Clip Approaches in Protocol Testing", Computer Networks and ISDN systems 17, pp.77-88, 1989.
- [7] B.S.Bosik and M.U.Uyar, "Finite state machine based formal methods in protocol conformance testing:from theory to implementation", Computer Networks and ISDN systems 22, pp. 7-33, 1991.
- [8] B.Sarikaya, "Conformance Testing: Architectures and Test sequences", Computer Networks and ISDN systems 17, pp.111-126, 1989.
- [9] M.F.Witteman and R.C.Wuijtswinkel, "ATM broadband network testing using the ferry priciple", Proc. 6th International IFIP Workshop on Protocol Test Systems, pp.129-142, 1993.
- [10] "Protocol Conformance Testing, Common Practices", IBC Common Practices Recommendation 1992.
- [11] C.J. Cobb, P.Hovell and C.G.Shephard, "A european demonstratorand test-bed for the broadband user/network interface", BT TechnicalJ.,Vol 11, No 1,pp. 93-105, 1993.
- [12] G.W.Popple and and P.J.Glen, "Specification of the broadband user/ network interface", BT Technical J.,Vol 11, No 1, pp.86-92, 1993.
- [13] 최진영, 홍범기, "프로토콜 시험기술 및 B-ISDN 시험을 위한 고려사항", 주간기술동향 94 - 6., 한국전자통신연구소
- [14] 이경희, 김석배, 홍범기, "B-ISDN Signalling 프로토콜 시험을 위한 Ferry Clip의 구현방안", 1994 한국통신학회 하계 종합 학술 발표회 논문집 Vol. 13 No. 1, pp. 74 - 77, 1994
- [15] 김원순, 김명석, 홍범기, 이유경, "B-ISDN 호 시뮬레이터 설계", 1994 한국통신학회 하계 종합 학술 발표회 논문집 Vol. 13 No. 1, pp. 104-108, 1994

筆者紹介

洪 范 基

1958年 7月 18日生

1982年 2月 홍익대 전자계산학과(학사)

1984年 8月 홍익대 전자계산학과(석사)

1982年 3月 ~ 현재 한국전자통신연구소 광대역통신방식연구실 선임연구원

주관심 분야 : 프로토콜 Engineering, High Speed Network

李 裕 景

1954年 11月 17日生

1978年 2月 항공대 전자공학과(학사)

1980年 2月 연세대 전자공학과(석사)

1984年 4月 ~ 현재 한국전자통신연구소 광대역통신방식연구실 책임연구원

주관심 분야 : B-ISDN, Digital Transmission

崔 文 基

1951年 4月 7日生

1974年 2月 서울대 응용수학과(학사)

1978年 2月 한국과학기술원 산업공학과(석사)

1989年 8月 North Carolina State Univ. Operation research(박사)

1984年 4月 ~ 현재 한국전자통신연구소 광대역통신망연구부 책임연구원

주관심 분야 : Access Network, B-ISDN, Multi-media Service