

## 論 文

## 다기능 프로토콜 시험시스템 설계

正會員 崔 陽 熙\*

## Design of Multiple-Purpose Protocol Test System

Yang Hee CHOI\* *Regular Member*

**要 約** OSI 모델에 입각한 기능확인 위주의 종래의 단순한 프로토콜 시험기법은 성능시험, 적합성시험, 상호접속시험으로 세분화되고 대상 프로토콜도 일대일, 일대다수 (Point-to- multipoint)로 확장되었다. 본 논문에서는 시험항목 생성 부분과 시험결과 분석기능을 공통 플랫폼으로 하고 시험 대상 프로토콜의 성격과 시험목적에 따라서 모듈화된 시험수행기부분을 선택적으로 변경하는 다기능 프로토콜 시험시스템을 제시하였다.

본 논문은 다기능 시험시스템 설계에 입각한 예로서 망루팅 프로토콜 시험시스템, 트랜스포트 프로토콜 시험시스템의 구조를 보인다.

**ABSTRACT** Protocol testing techniques are expanded from the traditional simple function- testing based on the OSI model, to sophisticated performance testing, conformance testing and interoperability testing.

In addition, both point-to- point and point-to- multipoint protocols are to be covered.

This paper presents a new multiple- purpose protocol test system where the common platform includes the test sequence generation and test result analysis, and the modular test execution part is selectively adjusted according to the test purposes and protocols under test.

This paper describes test system for network routing protocol and test system for transport protocol, designed upon the ideas of the multiple- purpose protocol test system.

## I. 서 론

컴퓨터나 정보통신망의 급속한 확산으로 통신

용 프로토콜도 간단한 일대일 대응 형태의 데이터 링크용 전송 프로토콜로부터 복잡한 다계층 망구조 (Network Architecture)로 발전하였다. 이에 따라 망구조가 다른 시스템 상호간의 호환성이 큰 문제로 대두되어 1980년대에 대부분의

\*韓國電子通信研究所  
Electronics and Telecommunications Research Institute  
論文番號 : 90-45(接受1990. 4. 19)

주요 통신 프로토콜이 국제기구들에 의해 표준이 제정되기에 이르렀다. 개방형 시스템 상호접속 (Open Systems Interconnection) <sup>(4)</sup>의 개념에 의한 이 표준화는 통신기능을 수직적인 종속관계의 계층적 구조로 분할하여 각 계층내의 통신프로토콜을 독립적으로 설계할 수 있다는 장점을 갖고 있다.

표준화는 계층적 모델, 계층간의 서비스, 각 계층의 프로토콜을 대상으로 한다. 따라서 서로 접속되는 시스템이 같은 모델, 서비스, 프로토콜을 사용하고 있다면 구현제품이 규격에 충실하며 오류가 없다는 전제하에 상호통신이 순조로울 것이다. 프로토콜 시험(Protocol Testing)이란 어떤 구현제품이 규격에 충실하며 오류가 없는가를 확인하는 목적을 지니며 성능시험, 상호접속 시험, 적합성시험으로 크게 나뉜다<sup>(5)</sup>. 적합성시험의 목적은 시험대상 구현제품(IUT : Implementation Under Test)이 표준규격에 일치하는가를 검사하는 것이며 상호접속시험(Interoperability testing)은 두개의 다른 구현제품이 상호 동작하는 가를 검사하는 것이다.

프로토콜 시험에 관한 연구는 국제표준기구들에 대한 표준화가 활발한 1980년대 초에 유럽에서 시작되었다. 프랑스의 ADI(Agence de l'informatique), 독일의 GMD (Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung), 영국의 NPL (National Physical Laboratory)은 각각 X.25 시험기, 세션 계층 시험도구, 트랜스포트 계층 시험시스템을 구현하였다<sup>(6)</sup>. 여기에 미국의 NBS(National Bureau of Standards)가 트랜스포트 클래스4 시험기를 가지고 참여하여 추후 ISO에 의한 시험방법의 표준화를 이룩하는 발판을 만들었다.

또한 일본 전신전화주식회사 (NTT)도 NTT 고유의 망구조인 DCNA (Data Communication Network Architecture) 제품의 프로토콜 시험을 위한 PROVES 시스템을 개발하여 사용하였다 <sup>(4)</sup>. 미국의 벨 연구소도 X.25 시험기를 개발하여 패킷망의 시험에 이용하였다<sup>(5)</sup>. 이와 같이 많은 연구기관들이 다양한 개념의 프로토콜 시험방법

을 개발하였으나 어느 것도 이상적 시험기의 기능을 완전히 수용하지는 못하였다<sup>(6)</sup>. 따라서 국제표준기구 (ISO)는 효율적이며 정확한 프로토콜 시험 방법의 존재가 OSI의 보급에 매우 중요함을 인식하고 시험에 관한 기본 구조를 정의하여 발표하였다. ISO에 의한 시험 기본 구조들은 개념적 모델로서 앞에서 언급한 여러나라의 프로토콜 시험시스템에 적용되어 왔다. 그러나 프로토콜의 종류가 확대되고 통신망 구조가 변천함에 따라 이 개념모델 만으로는 자주 사용되는 통신 프로토콜의 시험을 모두 수용할 수 없게 되었다. 즉 분산형, 고속형 프로토콜의 등장으로 일대일 (Point-to-Point) 대응형의 프로토콜과 소프트웨어에 의한 시험시스템을 가정한 ISO의 기본구조가 불충분하게 되었다. 또한 프로토콜 시험기법도 성능시험, 적합성시험, 상호접속시험으로 세분화되었다. 프로토콜 구현도 반도체, 프로세서, 프로그래밍 언어의 발전으로 인하여 여러형태의 IUT가 출현하게 되어서 IUT와 같은 시스템에 탑재하여야 할 상위 시스템의 설계가 쉬운 일이 아니게 되었다. 따라서 종래의 간단한 기능확인 위주의 프로토콜 시험시스템으로 부터 여러 종류의 프로토콜, 여러가지의 시험목적, 여러형태의 IUT를 모두 지원하는 다기능 프로토콜 시험 시스템이 필요하게 되었다. 본 논문은 이러한 다기능 프로토콜 시험시스템의 설계에 이용된 기본개념과 설계의 예를 제시하고자 한다.

제3절에서는 현재 또는 미래의 프로토콜 시험 시스템에 대한 요구사항을 보이고 요구 사항을 수용하기 위한 해결 방안을 제시하였다.

제4절에서는 3절의 요구사항을 고려한 다기능 시험시스템을 설계하였고 망루팅 프로토콜과 트랜스포트 프로토콜에 적용한 예를 보였다. 끝으로 제5절은 결론으로서 다기능 시험시스템의 추후 발전방향을 제시하고 있다.

## II. 이상적 시험기

OSI 모델은 통신기능을 7개의 계층으로 나누며 계층 N에서 사용되는 프로토콜을 (N)-프로토콜이라 부른다. 계층 N은 계층 N+1에 (N)-서비스를 제공하는데 이 때 사용되는 프리미티브를 (N)-ASP (Abstract Service Primitive) 라고 부른다. 즉 계층 N은 계층 N-1으로 부터 (N-1)-서비스를 제공받고 여기에 (N)-프로토콜에 의해 생기는 서비스를 부가하여 (N)-ASP 를 통하여 계층 N+1에 (N)-서비스로 제공하는 것이다.

이상적 시험기관 어떠한 시험항목이라도 모두 시험가능한 시험기로서 IUT의 모든 행동을 관찰할 수 있고 IUT를 상위계층, 하위계층, Peer 계층, 로컬자원의 어느 방향에서나 제어할 수 있다. 이상적 시험기의 개념은 OSI의 일곱계층 어디에나 적용가능하며, 한 계층이 여러개의 서브 계층으로 분할된 경우에도 적용될 수 있다. 시험에서의 가장 작은 시험단위는 프로토콜 규격의 최소단위와 일치하며 일반적으로 OSI 모델에서의 한 계층에 해당한다.

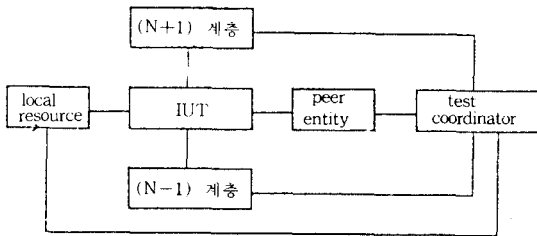


그림 1 이상적 시험기  
The ideal tester

이상적 시험기는 IUT와 동일한 시스템내에 있게 되며 따라서 외부시스템과의 통신이 불필요하다. 그림1에서 보듯이 이상적 시험기는 IUT의 상위계층모듈, 하위계층모듈, 원격피어 엔티티모듈, 국부자원모듈 그리고 시험조정모듈로 구성되어 있다. IUT는 시험조정모듈을 제외한 나머지 네 모듈로 둘러싸여서 시험기가 IUT의 모든 행동을 관찰하고 통제할 수 있게 된다. 시험조정모듈은 이 네 모듈을 제어하며 미리 정의된 시험 시나리오에 의해 움직인다.

시험 시나리오의 예로 다음을 들어보자.

```

if (N-1)-CONNECT request at IUT-(N-1) interface, then
begin
(N-1)-CONNECT confirm at IUT-(N-1) interface :
(N)-PDU-Connect Request at IUT-(N-1) interface :
(N+1)-DISCONNECT request at IUT-(N+1) interface :
end
    
```

위의 예는 IUT가 (N-1)접속을 시작하는 경우이다. 이상적 시험기가 (N-1) CONNECT confirm을 내고 뒤이어 CR-PDU를 보낸 다음 끝으로 (N+1)-DISCONNECT request라는 프리미티브로 접속을 해지하고 있다. 즉 이상적 시험기의 경우 어떠한 IUT의 접속점에서의 어떠한 이벤트도 실시간으로 모니터되므로 완전한 순서 매김 (ordering)이 가능하여 완전한 시험을 행할 수 있다. 실제로는 이상적 시험기가 구현되기 어려우므로 현재 널리 통용되는 ISO의 시험방법을 살펴보기로 한다.

ISO의 시험 방법에 관한 기본 구조는 프로토콜의 구현이 규격에 일치하는가를 검사하는 적합성 시험에 관한 것이며 구현의 정적 및 동적특성을 시험하도록 되어 있다. 정적특성 검사는 자료구조, 데이터의 코딩, 서비스가 적절히 구현되었는가를 보는 것이며, 동적특성 검사는 IUT가 시험 시스템과의 접속상태에서 어떻게 동작하는가를 자세히 관찰하는 것이다.

ISO에서 제시한 적합성 시험기본구조는 국부 방법, 분산방법, 조정방법, 원격방법의 네가지로 나뉜다. 그림2에 보인 국부방법 (local method)은 IUT와 시험기가 동일한 시스템내에 존재하는 경우이다. 앞의 이상적 시험기에서의 (N+1) 계층모듈이 여기에서는 상위시험기라고 명명되어 있다. 마찬가지로 (N-1)-계층모듈은 하위시험기라고 부른다. 이상적 시험기와 다른 점은 국부 자원에 대하여 시험기는 제어기능이 있다는 점이다.

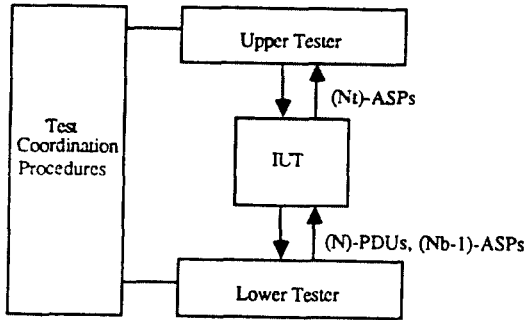


그림 2 국부 방법  
The Local Method

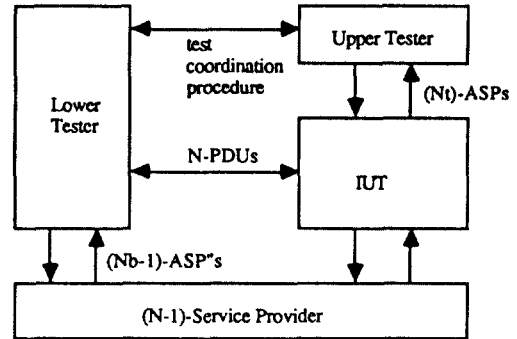


그림 3 분산 방법  
The Distributed Method

상위시험기는 (Nt)-ASP를 통해 IUT와 통신한다. IUT가 (N+1)-계층과 통신할 때 쓰는 접속점을 이 때 이용한다. 마찬가지로 IUT는 (Nb-1)-ASP를 통해 하위 시험기와 통신하며 N-PDU도 이 접속점을 통해 드나들게 된다. 시험 항목은 시험 조정 프로시저어로 작성되는데 IUT와 상위 및 하위 사이의 ASP 흐름으로 표시된다. 국부 방법은 IUT의 상위 접속점과 하위 접속점이 모두 외부에 노출되어 있는 구현에만 적용 가능하며 IUT와 같은 시스템내에 시험기가 존재해야 한다는 단점을 갖고 있으나 이상적 시험기에 가깝다는 장점을 갖고 있다.

그림3에 보인 분산방법은 IUT가 하위 접속점을 노출하지 않는 경우이다. 하위 시험기와 IUT는 이제 두 개의 다른 시스템에 놓이고 (N-1) 서비스 제공자를 통해 연결된다. 따라서 하위 시험기는 (N-1) 서비스 제공자로 부터 받는 (Nb-1)-ASP'로 부터 (Nb-1)-ASP를 추측하게 된다. 여기서 '의 표시는 통신망을 통해 원격에 나타나는 ASP를 표시할 때 붙이는 ISO의 기호이다.

분산방법의 큰 특징은 하위 시험기와 IUT가 물리적으로 떨어져 있어서 같은 이벤트를 다른 시간에 관찰하게 되므로 국부방법에서 쓰던 시험 항목을 그대로 쓸 수 없다는 점이다. 또한 (N-1) 서비스 제공자의 서비스가 완벽하지 않을 것이므로 데이터의 손실, 손상등이 가능하므로 위의 시간적 동기문제를 더 심각하게 만든다.

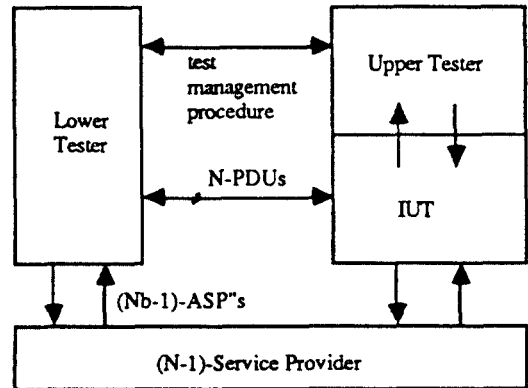


그림 4 조정 방법  
The Coordinated Method

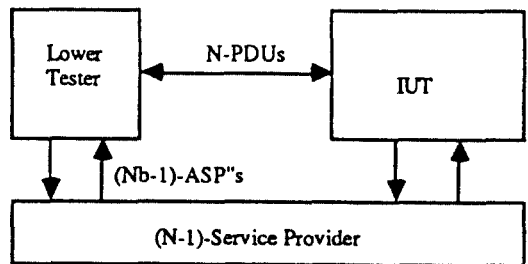


그림 5 원격 방법  
The Remote Method

조정방법은 분산방법과 달리 IUT의 상위 접속점이 노출되어 있지 않고 표준화된 시험관리 프로토콜이 사용된다. 시험관리 프로토콜은 하위

시험기와 상위 시험기 사이에 시험관리와 조정의 목적으로 메시지 교환을 정의하며 흔히 하위 시험기와 상위 시험기를 주종관계로 정의한다. 조정방법은 ISO의 기본 구조중 가장 복잡한 것이며 시험운용을 다양하게 할 수 있도록 설계되었다. 즉 하위 시험기와 상위 시험기의 동기화가 가능하며 시험관리 프로토콜을 통해 상위 시험기의 시험수행절차를 제어할 수 있는 점 등이다. 주요 논점은 N PDU의 통로로 사용되는 (N-1) 서비스 제공자와 시험관리 프로토콜의 운반에 사용되는 통로가 동일한가 아닌가 하는 점이다<sup>3)</sup>.

원격방법은 IUT의 위에 아무 인터페이스가 정의되지 않았을 때 이용된다. 시험은 하위 시험기가 IUT로 보내는 이벤트에 의해서만 행해지며 IUT의 응답을 관찰하여 합격/불합격의 판정을 내린다. 이 방법은 X.25 시험에 자주 이용된다.

### Ⅲ. 프로토콜 시험시스템 요구사항

제2결에서 보인 여러가지 시험시스템의 기본 구조는 개념적 모델이면서 ISO의 OSI만을 지원 하는 특징을 지닌다. 따라서 실험시험시스템을 설계하거나 OSI가 아닌 망구조를 지원하려고 할 때는 기본구조를 확장하여야만 된다. 본 절에서는 다기능프로토콜 시험시스템이 가져야할 특성을 열거하고 이들이 시험기의 구조에 미치는 영향을 검토하고자 한다.

#### • 프로토콜시험기의 사용목적

시험기를 사용하는 목적은 성능시험, 상호접속 시험, 적합성시험으로 크게 나뉘며 ISO의 기본구조는 적합성시험에 치중되어 있다. 완벽한 시험이 가능하다면 적합성시험에 합격한 IUT들 끼리는 상호접속에 문제가 없겠으나 완벽한 시험은 이론적으로나 현실적으로 불가능하므로 상호접속 시험이 매우 중요하다.

상호접속시험을 위하여 시험기는 그림6과 같은 구조로 동작할 수 있어야 한다. 그림6에서 시험

기는 IUT<sub>a</sub>와 IUT<sub>b</sub>간의 통신을 제어하거나 모니터링하여 IUT<sub>a</sub>와 IUT<sub>b</sub>가 상호접속 가능한 기능범위를 파악할 수 있다.

위의 시험들은 완성된 IUT에 대한 인증성격의 시험이므로 제품개발자들이 개발과정에서 프로토콜 세부기능을 부분적으로 검사할 필요성을 가질 때 부적합하다.

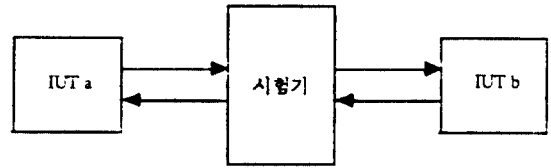


그림 6 상호 접속형 시험  
The Interoperability Testing

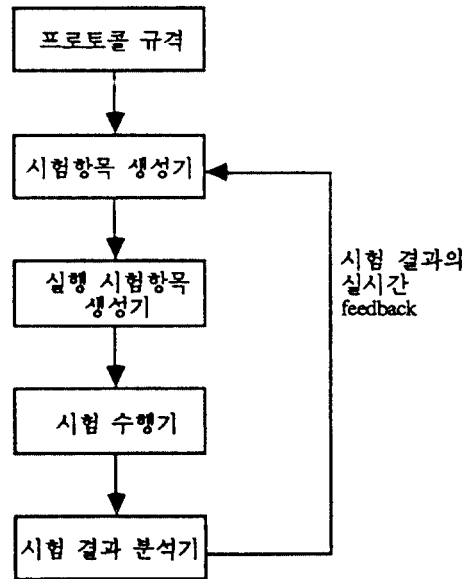


그림 7 적응형 시험 항목 생성기법  
The adaptive test sequence generation

#### • 프로토콜 시험기의 오류검출능력

프로토콜 시험기는 일반적으로 주어진 시험항목을 수행하고 그 결과를 합격/불합격의 형태로 출력한다. 따라서 사용자는 불합격의 정확한 이유를 알 수 없으며 시험항목이 많을 때는 오류

를 검출하여 정정하는데 매우 오랜시간이 소요된다. 따라서 프로토콜 시험기는 자동오류검출이 가능한 시험항목을 선정하고 시험결과를 분석하여 예상되는 구현상의 오류를 지적할 수 있어야 한다. 프로토콜 시험항목의 생성기법에 따라 시험의 범위가 정해지며 오류검출능력도 정해지는 것은 이미 잘 알려진 사실이다<sup>2)</sup>.

오류 검출 능력을 증가시키기 위한 방안으로 그림7을 생각해 보자. 일반적인 시험기는 feedback 이 없이 주어진 순서대로 시험항목을 수행하며 만약 불합격의 시험항목이 발견되었다 하더라도 정확히 무슨 이유로 불합격인지를 가려 내지 못한다.

그림7과 같은 경우 시험기는 불합격의 시험결과가 나타난 경우 이를 실시간으로 시험항목생성기에 알려서 시험항목생성기가 불합격의 구체적 이유를 밝힐 추가시험 항목을 생성하도록 한다. 예를 들면 주어진 입력에 대해 예상되는 출력이 관찰되지 않아 불합격된 경우 그 이유가 바로 이전 상태(State)에서의 오류인지, 아니면 상태전이 (Transition)에서의 오류인지를 알아낼 새로운 시험항목을 추가로 생성하여 실행하는 것을 들 수 있다.

• 시험 대상 계층

ISO의 시험기본구조는 이론적인 면에서 볼 때 어느 계층이나 적용가능하도록 되어 있으나 실제로는 주로 계층4 이상의 상위계층에 적용된다. 계층 1, 2, 3은 통신망 장비에 사용되며 성능향상의 이유로 외부에서 접근할 수 있는 접속점이 제공되지 않거나 모두 하드웨어로 제작되어 있어서 상위 또는 하위 시험기의 장착이 불가능한 경우가 많기 때문이다.

따라서 시험기의 논리적 구조로는 원격방법을 사용하여 계층 1, 2, 3을 하나로 묶어서 시험하는 방법이 쓰이며, 물리적인 실현방법으로는 그림8에서 보이듯이 시험기를 두 부분으로 나눈다. 실시간 프로토콜 처리가 중요시되는 하위계층이므로 특수 하드웨어에 의한 실시간 시험기가 시험항목을 차례로 수행하며 시험항목의 준비,

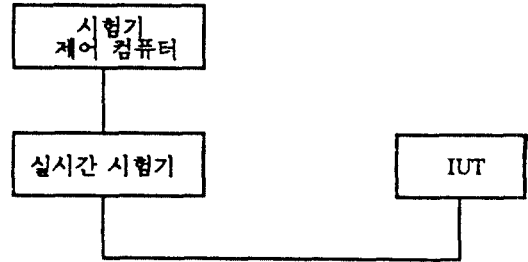


그림 8 하위 계층 시험방법  
Protocol Testing for Lower Layers

결과와 분석등은 시험기제어 컴퓨터가 하는 구조가 바람직하다.

• 시험 대상 프로토콜

ISO의 OSI 모델의 특징은 연결형 서비스로 주로하며 점대점 (Point-to-Point)통신 방식을 기본으로 하는 것이다. 현실에서 많이 쓰이는 통신프로토콜 중에서 이 범주에 속하지 않는 것들은 ISO의 시험기 구조로는 시험할 수가 없다. 예를 들면 일대다수 (Point-to-Multipoint) 인 근거리통신망, 루팅용 프로토콜, 디렉토리 프로토콜, 전자우편 프로토콜, 트랜스액션 처리프로토콜등은 개선된 시험기 구조를 필요로 한다.

• IUT의 수

시험기 기본구조는 모두 하나의 IUT를 가정하고 있다. 근래에 여러개의 프로토콜이 협동하여 서비스를 제공하는 예가 출현하고 있는데 예를 들면 종합정보통신망에서 사용자-망간 접속에 B채널과 D채널의 프로토콜이 상호동작에 영향을 준다. 다른 예로는 여러개의 접속(Connection)이 부하분산등의 목적으로 동시에 동작할 때 이를 한 개의 IUT로 모델하고 구현하는 것이 부적절한다.

• 시험대상 계층의 수

프로토콜을 구현할 때 성능을 고려하여 계층은 각각 독립된 프로세스로 하지 않는 경우가 많다. 이러한 경우 외부로 노출된 접속점이 없으므로

로 단일 계층 시험방법은 사용할 수 없으므로 다계층 (Multi-layer) 시험방법을 채택하게 된다. 논리적으로 정의된 모델은 있으나 다계층 시험의 경우 시험항목 생성방법, 시험결과 분석법, 시험실행방법등에 관하여 구체적으로 제시된 것이 매우 부족하므로 실용시험기는 이를 고려하여 설계되어야 한다.

• 시험 대상 시스템에 대한 부하

원격방법을 제외하고는 모두 시험대상시스템에 상위시험기를 설치하도록 되어 있다. 시험대상시스템은 다양한 하드웨어, 소프트웨어로 이루어질 것이므로 상위시험기를 설치하기 위하여 시험대상시스템이 소모해야 할 자원(메모리, CPU, 접속점등)이 극소화되어야 한다. 또 가능하면 시험대상 시스템에 있는 상위 시험기는 무인 운용되어 원격제어가 가능하도록 되어야 한다. 시험대상 시스템과 시험기 사이에 설치되어야 할 물리적/논리적 접속 (Connection)의 수도 최소화되어야 한다. 분산방법 또는 조정방법에서 (N-1) 서비스 제공을 위한 접속과 시험조정을 위한 메시지 교환에 쓰이는 접속이 어떻게 동기를 유지할 것 인가를 고려해야 한다.

이 외에도 실용적인 프로토콜 시험시스템에 대한 요구사항으로는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- 관찰(Monitoring) 기능의 확보
- 쉬운 사용자 인터페이스 :  
시험항목의 선택이 용이해야 함  
시험결과가 알기 쉽게 표시되어야 함.
- 이동성 :  
하드웨어 / 소프트웨어의 모듈화 및 최소화로 이식성을 높이고 이동에 용이하게 하여 가능하면 시험대상시스템과 통신망을 통한 접속을 줄임. 이는 시험항목을 증가시키고 시험결과와의 신뢰도를 높이는 주요한 요구 사항임.
- 낮은 고장율 /  
한 계층의 시험에 소요되는 시간이 수시간~수 일 이므로 시험수행 동안 시험시스템이 정상적

으로 동작해야 함.

IV. 다기능 시험시스템 설계

본 절에서는 국제표준기구에서 권고한 프로토콜 시험기의 기본구조를, III절에서 분석한 시험시스템 요구사항등을 고려하여 설계된 실용적인 다기능 시험시스템을 다루고자 한다. 이 실용적인 다기능 시험시스템은 다음과 같은 특징을 지니고 있다.

- 하위계층과 상위계층을 모두 시험함
- 시험항목선정과 시험수행, 시험결과 분석을 분리함.
- 적합성시험과 상호접속시험을 모두 수용함.
- 일대다수 (Point-to-Multipoint)형 프로토콜 시험이 가능함.
- 시험대상시스템에 주는 부하가 최소화.
- 통신망 사용에 따른 동기 (Synchronization)의 문제가 없음.
- ISO의 기본구조를 수용함.

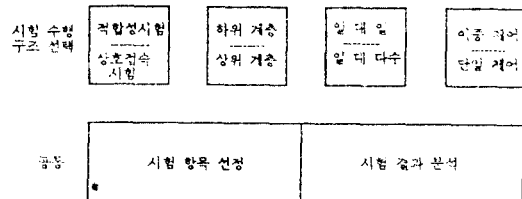


그림 9 다기능 시험시스템 기본 구조  
Conceptual Architecture

하나의 프로토콜 시험시스템으로 위의 특징을 모두 갖도록 설계한 것 보다 공통으로 사용하는 플랫폼 위에 시험대상 프로토콜 또는 시험목적에 따라 필요한 모듈을 갈아 끼우는 방식으로 다기능을 실현하고자 한다. 즉 시험항목설정, 시험결과분석을 공통모듈로 하고 시험목적에 따라서 시험수행모듈을 선택하도록 하는 구조로 설계되었다. 그림9에 보이 듯이 시험수행구조는 적합성 시험 / 상호접속시험, 하위계층 / 상위계층, 일대

일 / 일대다수, 이중제어 / 단일제어로 분류되어 시험목적에 따라 하나씩 선택하도록 되어 있다.

ISO의 기본구조를 보면 하위시험기와 상위시험기를 분리한 다음 하위시험기는 시험시스템 내부에 놓고 상위시험기는 시험대상시스템에 놓음으로서  $(N-1)$  서비스 제공자를 통한  $(N_b-1)$ -ASP의 전달과 하위시험기-상위시험기 간의 시험조정 메세지전달 사이에 동기(Synchronization)를 유지할 수가 없다. 즉 IUT의 상위접속점과 하위접속점에서 일어나는 이벤트들에 대한 시적배열(Temporal ordering)이 불확실해지므로 시험 가능한 시험항목의 수가 줄어들게 된다. 이 결점을 보완하기 위하여 상위시험기와 하위시험기를 모두 시험시스템 내부에 놓는 방법이 제안되었다<sup>8)</sup>.

그림10에서는 기본적으로 상위시험기(UT)와 하위시험기(LT)가 같은 시스템에 존재하며 각기 적합한 TSP(Transfer Service Provider)를 이용하여 IUT의 상위경계와 하위경계를 제어하고 관찰한다. 여기서 하위시험기와 IUT간의 TSP는  $(N-1)$  서비스 제공자를 사용하거나  $(N-1)$ -ASP를 안전하게 전송할 수 있는 별도의 시험전용 서비스 제공자(IPC, X.25, TP4등)을 사용할 수도 있다.

상위시험기와 IUT와의 전송은  $(N)$ -ASP를 안전하게 전송할 수 있는 별도의 시험전용 전송 서비스 제공자를 사용한다. 물론 두 개의 TSP가 같을 수도 있다.

이 시험방법에서는 기본적으로 IUT의 하위경계와 상위경계를 원거리에서 시험시스템에서 제어하고 관찰하기 때문에 IUT측에서 시험을 위해 별도의 IUT제어 수단을 제공할 필요없이 단순히 두개의 TSP를 각각 IUT에 매핑시키는 작업만 필요하다. 그러나 IUT의 상황 또는 프로토콜의 특성에 따라 IUT의 상위계층을 원거리에서 있는 시험시스템의 UT가 접근할 수 없는 경우가 있을 수 있다. 이 경우에는 기본적으로 시험 서비스를 받기 위해서 필요한 IUT 상위경계 제어수단을 IUT측에서 제공하여야 한다. 따라서 시험시스템에서는 IUT측에서 제공하는 제어수단을 이용하여  $(N-1)$ -ASP와  $(N)$ -PDU만을 제어

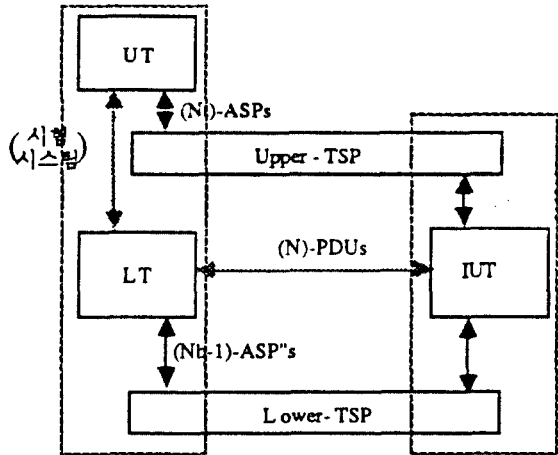


그림 10 이중 제어에 의한 시험 방법  
Test Method with Double Control

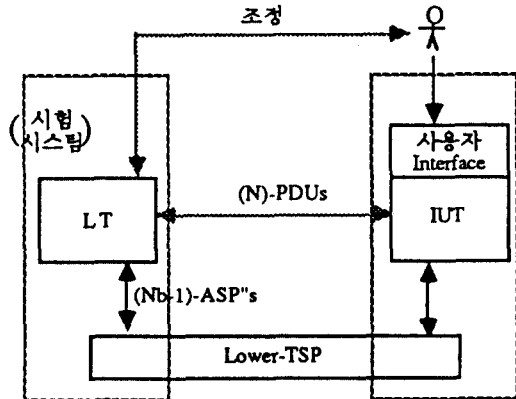


그림 11 단일 제어에 의한 시험 방법  
Test Method with Single Control.

하고 관찰함으로써 시험을 진행한다. 그림11의 단일제어에 의한 시험방법이 이 경우를 나타내고 있다.

그림9의 시험수행구조 중에서 적합성시험 / 상호접속시험 선택은 II 절의 그림6의 요구사항을 수용하기 위한 것으로서 시험수행구조가 하나의 시험대상시스템과 접속하면 적합성시험용이고 두 개의 시험대상시스템과 접속되면 상호접속시험용이 된다. 따라서 다수의 시험수행기를 지원할 수 있도록 시험항목선정과 시험결과 분석모듈이 설계되었다. 상호접속시험에 사용되는 시험수



행기는 그림10 또는 그림11의 시험수행기와 동일하나 시험시스템에는 두개의 시험수행기를 서로 직접 연결시키는 기능이 추가되어 한 시험수행기가 수신한 것이 다른 시험수행기로 전달될 수 있도록 하였다.

하위계층의 경우 시험수행기는 그림8에서 보듯이 실시간 시험수행용 하드웨어로 대체된다. 상위계층의 경우는 시험수행기가 다른 부분과 같이 시험시스템용 컴퓨터내에 있을 수 있다. 하위계층의 경우 시험수행기와 제어용 컴퓨터 사이의 접속은 짧은 거리이므로 단순한 프로토콜을 사용하여 필요한 경우 그림7에서 보인 적응형 알고리즘을 적용할 수 있도록 하였다.

일반적으로 하위계층 시험을 수행할 때는 시험항목을 모두 시험수행기로 다운로드 시킨 후 최종시험결과를 시험수행후 업로드받아 분석하는 배치처리 방식을 취한다. 그러나 적응형 알고리즘의 경우는 시험수행기와 제어용컴퓨터에 위치한 시험항목 생성기가 대화형통신을 하여야 하므로 고성능의 접속방식이 제어용 컴퓨터와 시험수행기 사이에 요구되고 있다.

일대 다수형 프로토콜의 대표적인 예로 통신망 루팅 제어프로토콜이 있다. 참고문헌 [9]에 루팅 프로토콜의 시험수행기의 제시되었고 이를 공통선 신호방식 No.7의 메시지 전달파트에 적용한 예가 설명되었다.

망계층 프로토콜의 경우 프로토콜의 수행결과를 루팅 테이블의 변경으로 일어나므로 IUT의 한쪽에 루팅테이블 및 링크 접속상태를 관찰하는 모듈을 장착하고 변경이 있을 때마다 시험시스템으로 결과를 전송한다. (N-1)-ASP와 구별하기 위해 특수한 코딩을 하며 그림12의 Enc./Dec.가 이를 나타내고 있다.

즉 일대다수의 통신의 경우는 대상 프로토콜의 종류에 따라 시험수행기가 따로 설계가 되어야 하나 일반구조는 그림12와 유사하다. 그림9에 보인 설계기준을 지켜서 설계한 다기능 시험시스템의 기본구조설계의 예를 그림13에 보였다<sup>(10)</sup>.

그림13의 구조는 적합성시험, 상위계층, 일대일, 이중제어의 시험수행구조를 선택한 경우이

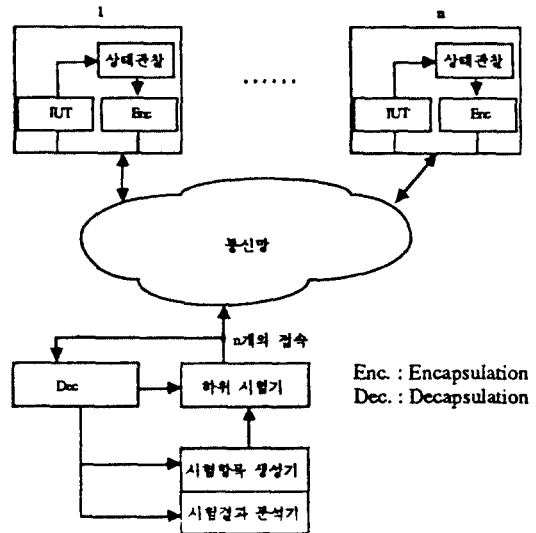


그림 12 일대 다수 시험수행기 구조  
Test Execution for Multipoint Protocols

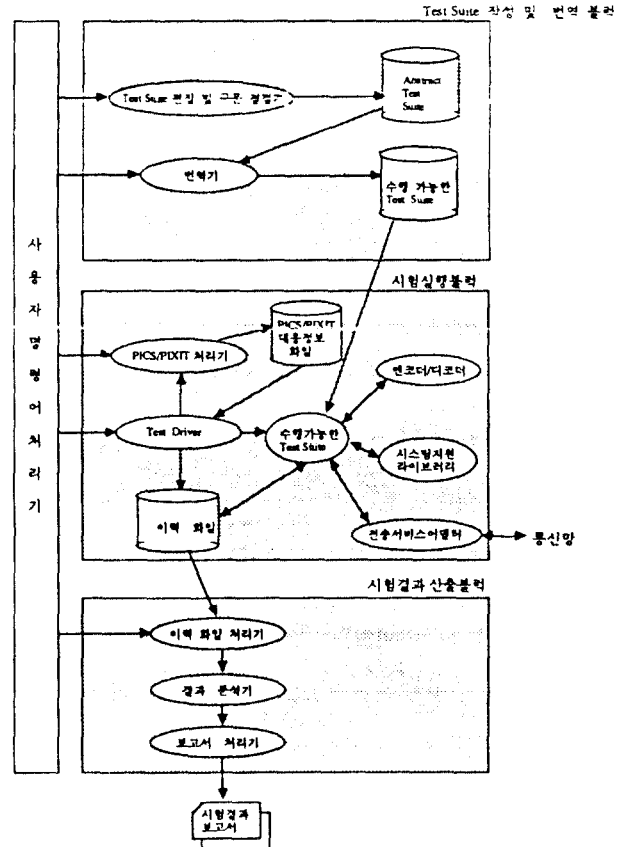


그림 13 시험 시스템 구조  
Test System Architecture

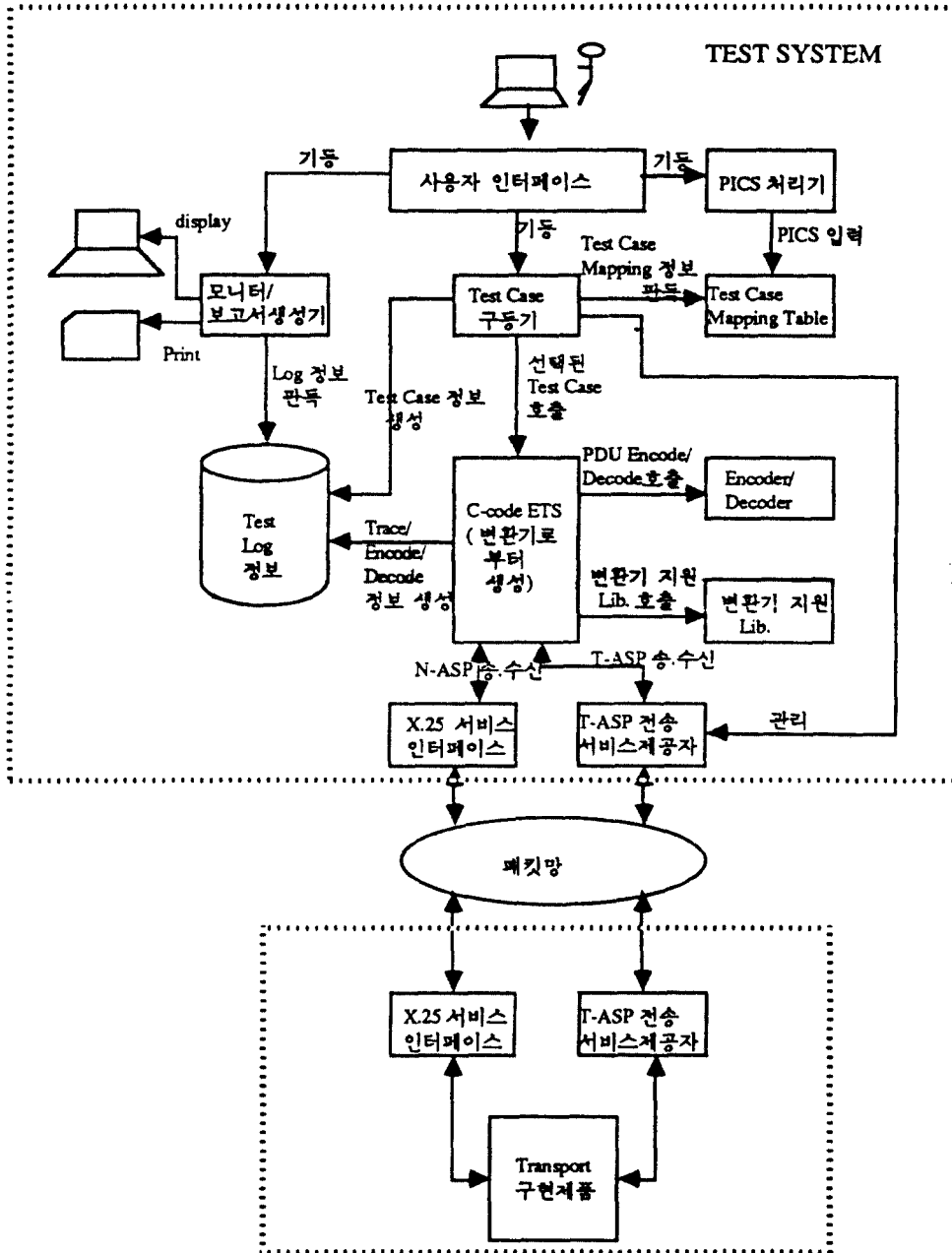


그림 14 트랜스포트 프로토콜 시험시스템  
Test System for Transport System

다. 전체구조는 시험항목작성 및 변환블럭, 시험 실행블럭, 시험결과 산출블럭으로 나눈다.

그림13의 시험항목 생성기는 사용자로부터

시험항목 (test suite)을 읽어들이어서 추상적 시험 항목으로 저장한 다음 이를 번역기를 통해 수행 가능한 시험항목으로 만들어 보관한다. 원칙적으

로는 프로토콜 규격을 입력하여 자동적으로 추상적 시험항목을 생성토록 하는 것이 바람직하나 아직 이 방면의 이론적 연구가 세계적으로 완성되지 않았으므로 시험항목을 직접 입력하는 것으로 하였다.

시험수행기는 사용자로부터 구현한 기능을 정의한 PICS(Protocol Implementation Conformance Statement)와 구현제품을 시험하기 위하여 필요한 PIXIT (Protocol Implementation Extra Information for Test)를 입력 받는다. 이를 처리하여 대응정보화일로 만든 후 수행가능한 시험항목을 실제로 수행할 때 같이 사용한다. 수행되는 시험항목들은 엔코더 / 디코더를 통해 N-PDU나 프리미티브에 적합한 구조로 변환되며 전송서비스 어댑터는 (N-1) 서비스 제공자 역할을 한다. 시험항목 수행의 결과는 이력화일에 보관되어 시험 후 결과 분석기를 통해서 시험결과 보고서 형태로 출력된다.

그림13을 트랜스포트 프로토콜 시험시스템에 적용한 예를 그림14에 보였다. 그림14는 이중제어방법을 사용한다. 그림14에는 시험항목 생성부분이었고 그림 중간의 C코드 ETS(수행가능한 시험항목 : Executable test suite)가 생성의 결과이다.

프로토콜 시험시스템의 목표는 표준규격을 구현하는 자에게는 가장 적은 부담을 주고 시험을 수행하는 자에게는 가장 신속하고 정확하게 하면서 모든 구현상의 오류를 찾아주는 것이다. 현재의 다기능 시험시스템이 이 목표에 접근하기 위하여 다음과 같은 점들이 앞으로 기능상 추가되어야 할 것이다.

- 단일계층을 대상으로 된 설계를 다계층 (Multi-layer) 시험이 가능한 구조로 확장하여 화일전송, 메세지 처리시스템과 같이 몇개의 계층을 하나로 묶어 구현한 제품의 시험을 용이하게 할 것.
- 적응형 (Adaptive) 기법이나 전문가 (Expert) 기법을 이용하여 적은 시험항목으로 많은 오류를 찾아내는 알고리즘의 개발

- 프로토콜 규격의 형식표현, 프로토콜 규격의 검증, 자동구현기법등과 프로토콜 시험기법 사이의 관련을 이론적으로 모델링하여 시험에서 발견된 오류의 원인이 시험기법상의 오류, 구현상의 오류, 구현도구상의 오류, 검증기법상의 오류, 규격자체의 오류중 어느 것인지 찾아줄 것.

특히 통신프로토콜이 분산형, 고속형으로 변하고 있어서 규격의 오류와 구현의 오류를 구별하기 힘든 점, 또한 점점 하드웨어로 구현이 바뀌는 점을 고려하면 일관된 방법으로 다기능 프로토콜 시험시스템 설계를 가능하게 할 이론적 연구가 추후 추진되어야 할 것이다.

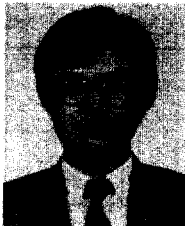
## V. 결 론

정보통신 프로토콜의 표준화로 중요성이 강조된 프로토콜 시험에 관한 연구는 새로운 전송방식 (방송형, 광케이블, 무선통신), 새로운 통신망 구조 (종합정보통신망, 지능망, 고속통신망), 새로운 구현기술 (구현코드 자동생성 컴파일러, 병렬처리, 프로토콜용 집적회로), 새로운 소프트웨어기술 (영역이론, 소프트웨어 시험기법, VISI 시험기법)의 발전으로 큰 전환점을 맞고 있다. 종래의 OSI 모델에 입각한 기능확인 위주의 단순한 프로토콜 시험기법은 성능시험, 적합성시험, 상호접속시험으로 세분화되고 대상 프로토콜도 일대일, 일대다수형으로 확장되었다.

범용 프로토콜 시험시스템은 이와 같은 기술의 급격한 발전을 수용할 수 있도록 설계되어야 한다. 본 논문에서는 시험항목 생성부분과 시험결과 분석기능을 공통 플랫폼으로 하고 시험대상 프로토콜의 성격과 시험 목적에 따라서 모듈화된 시험수행기 부분을 선택적으로 변경하는 다기능 프로토콜 시험시스템을 제시하였고 이를 적용한 트랜스포트 프로토콜 시험시스템, 망루팅 프로토콜 시험시스템의 시스템구조를 예시하였다.

## 參 考 文 獻

1. ISO 157498-1984, Information Processing System-Open Systems Interconnection- Basic Reference Model, 1984.
2. B. Sarikaya, "Conformance Testing : architectures and test sequences", Computer Networks and ISDN Systems, vol. 17, pp. 111~126, 1989.
3. R. J. Linn, Jr., "Conformance Evaluation Methodology and Protocol Testing", NCSL / SNA-89 / 4, National Institute for Standards and Technology, 1989.
4. T. Kawaoka, S. Yoshitake and K. Morino, "A Method for Verifying Layered Protocol Products and its Application to Data Communication Network Architecture Products", Proc. of 5th ICC, 1980.
5. M. H. Sherif, G. L. Hoover and R. P. Wiederhold, "X.25 Conformance Testing- tutorial", IEEE Communications Magazine, pp. 16~27, Jan. 1986.
6. Yanghee Choi, "Trends in Protocol Testing", Proc. of PCCS, 1985.
7. Information Processing System-OSI Conformance Testing Methodology and Framework, ISO / IEC JTC 1, IS9646, 1989.
8. H. X. Zeng, Q. Li, X. F. Du and C. S. He, "New advances in ferry testing approaches", Computer Networks and ISDN Systems vol. 15, no. 1, pp. 47~54, 1988.
9. 강영만, 천대녕, 차영환, 백영식, 최양희, "ETRI 프로토콜 검증구조와 CCS망 서비스부 프로토콜에의 응용", ETRI Journal, vol. 10, no.2, pp. 3~12, 1988.
10. 프로토콜 적합성 시험시스템 설계규격, 한국전자통신 연구소, Dec. 1989.



崔 陽 熙 (Yang Hee CHOI) 正會員

1955年 7月27日生

1975年 : 서울大學校 電子工學科 卒業  
(學士)

1977年 : 韓國科學院 電氣 및 電子工學科  
卒業 (碩士)

1984年 : 프랑스 ENST (工學博士)

1977年~1979年 : 韓國電氣通信研究所

1981年~1984年 : 프랑스國立電氣通信研  
究所 (CNET)

1988年~1989年 : 美國 IBM Thomas J. Watson Research  
Center 訪問研究員

1984年~現在 : 韓國電子通信研究所, 情報通信標準研究센터,  
센터長.