

論 文

PTF(Protocol Test Facility)의 구조 설계 및 X.25 Packet Level Test

正會員 崔 陽 熙* 正會員 秦 柄 文**

A Study on the Architectural Design of the PTF(Protocol Test Facility) and X.25 Packet Level Test

Yang Hee CHOI* and Byoung Moon CHIN**, Regular Members

要 約 본 논문은 프로토콜 테스트의 기본 조건, 프로토콜 테스트 방법을 언급하며, PTF의 시스템 구성에 대하여 제시하였다. 또한 X.25 DTE Packet Level에 대한 프로토콜 테스트 계열 및 프로토콜 테스트 결과에 대하여 언급하였다.

ABSTRACT This paper proposes the requirements of protocol testing, the protocol test methods and the architecture of PTF. Also this paper includes the test sequences and the test results for X.25 DTE packet level protocol.

1. 개 요

종합정보통신망(ISDN : Integrated Services Digital Networks)은 통신망의 구성 요소가 모두 디지털화 되고 서로 다른 종류의 서비스들이 종합된 망으로서 2000년대 우리나라 통신망의 대표적인 형태가 될 것이다⁽¹⁾.

ISDN을 구성하는 정보통신 장치 상호간에 음성 및 데이터의 송수신을 원활히 행하기 위하여

는 회선의 접속, 절단순서 및 비트 신호의 형태, 의미, 각종제어 방법등에 대한 통신 규약인 프로토콜에 대한 규격이 만들어져야 한다.

이와 함께 ISDN 프로토콜 규격에 준하여 구현된 제품에 대하여 프로토콜 테스트를 수행함으로써, 해당 제품이 프로토콜을 올바르게 구현하고 있는지의 여부를 알 수 있으며, 통신망에 접속할때에 발생 가능한 문제점들을 미리 방지할 수 있을 것이다. 이러한 프로토콜 테스트를 수행하기 위한 시스템을 프로토콜 테스트 설비(PTF : Protocol Test Facility)라 한다⁽²⁾.

PTF 시스템을 구축하기 위한 연구에서는 ISDN 제품의 테스트를 통일적으로 행하며, 일정 검증 수준을 보증하는 ISDN 제품 검증 시스템

* ** 韓國電子通信研究所 데이터通信研究室
Data Communications Section, Electronics and
Telecommunications Research Institute, Daeduk
Science Town, KOREA.
論文番號 : 85-30(接受 1985. 8. 20)

을 확립하는 것이 주 연구 목적으로서, 본 논문에서는 PTF 시스템의 기본 조건, 방법, 시스템 구성에 대한 PTF의 논리적 구조(Logical Architecture)를 제시하였다.

이러한 PTF 시스템은 ISO(International Standard Organization)의 Upper Layer(Layer 4~7)를 대상으로 하는 프로토콜 테스트로서, Lower Layer(Layer 1~3)를 대상으로 하는 프로토콜 테스트와는 다른 시험 구조를 갖게 된다.

일반적으로 Lower Layer에 대한 프로토콜 테스트는 시험 대상의 물리적 특징에 따라서 Mini-Computer내에 구현된 Tester 또는 Protocol Tester에 의해 이루어질 수 있다.

이러한 Lower Layer 프로토콜 테스트의 일환으로 X.25 Gateway(LAN/PSDN)를 시험 대상으로 X.25 DTE Packet Level에 대한 프로토콜 테스트를 수행하였다. 이를 통하여 X.25 Gateway가 X.25 프로토콜을 올바르게 구현하고 있는가를 확인할 수 있었으며, 여기에 본 프로토콜 테스트의 수행 방법 및 결과에 대하여 기술하였다.

2. 프로토콜 테스트의 기본 조건

PTF 시스템은 일반적으로 다음과 같은 조건들을 만족하여야 한다.

(1) 프로토콜 테스트의 적용 단계

프로토콜 테스트는 시스템을 구현하는 과정에서 시스템이 해당되는 프로토콜에 따라 올바르게 동작되는가를 확인하는 개발 단계의 테스트와 완전히 구현된 시스템이 통신망에 연결되어 통신하는 과정에서 올바르게 동작하는지를 시험하는 네트워크 구축 단계의 테스트로 나뉘어 질 수 있다.

PTF 시스템에서는 이와 같은 두 단계의 테스트 모두를 대상으로 적용할 것이다.

(2) 계층화된 프로토콜의 테스트

각 계층의 프로토콜은 독립적이지만, 제품 테스트에서는 단일 계층(Single Layer)별로 프로토콜 동작이 올바른가를 테스트하는 것 만이 아

니라, 다 계층(Multi Layer)프로토콜이 서로 관련되어 동작할 때에도 에러가 없는지를 테스트할 필요가 있다.

(3) 프로토콜 Phase의 시험

프로토콜 테스트에 있어서는 기본적으로 다음과 같은 프로토콜 phase에 대한 시험이 이루어져야 한다.

- connection establishment phase
- data transfer phase
- connection release phase

(4) 테스트 항목의 가변성

테스트가 충분한가를 평가하고 테스트의 타당성을 결정하기 위하여, 다음과 같은 테스트 항목을 가변으로 설정하는 것이 필요하다.

- PDU(Protocol Data Unit)발생 순서
- Timing/timer 값
- PDU encoding
- PDU parameter 값

(5) 테스트의 용이성

정확하고 효율적인 테스트를 수행하기 위하여는 다음과 같은 기능이 필요하다.

- PDU Sequence의 자동 작성
- 테스트 결과 및 기타 정보의 저장 및 편집 출력
- 테스트 결과 데이터의 Trace 기능

(6) 테스트 순서의 가변성

테스트 항목들이 결정된 후에는, 이 항목들을 최소 시간에 효율적으로 수행할 수 있는 순서를 결정하여야 한다. 이와 같이 테스트 항목의 실행 순서를 결정함으로써 결정된 테스트 순서에 따라 프로토콜 테스트를 수행하는 것이 필요하다.

(7) 테스트 대상 제품의 독립성

테스트를 받게 될 대상 시스템인 IUT(Implementation Under Test)는 테스트를 위한 목적으로 변경되어서는 안된다.

(8) 프로토콜 에러가 발생할 경우의 테스트

PDU를 고의로 없애거나, 중복시키거나, 순서

를 변경하여 비정상적인 프로토콜 상황을 만들어서 이에 대한 테스트 대상 시스템의 대응 동작이 올바르게 일어나는가를 테스트할 수 있어야 한다.

3. 프로토콜 테스트 방법

동일한 프로토콜에 따라 구현된 제품들이 각각 각색인 이유는 이들의 하드웨어, 소프트웨어 기법이 다르고 이 제품을 이용하는 분야들이 다르기 때문이다. 그러므로, 프로토콜 구현 제품에 대한 테스트의 중요한 역할은 상호통신을 저해하는 요인을 효과적으로 검출하고 통신 가능 여부를 확인해 주는 것이라 할 수 있다.

테스트 방법은 테스트 제어 기능이 어디에 있느냐에 따라 크게 다음 3 가지로 분류할 수 있다.

(1) Local Test Method

SUT(System Under Test)내에 테스트 프로그램을 두어 자체 테스트를 행하는 방법으로 IUT 상위와 하위에 대하여 SPs(Service Primitive)를 제어하고 관찰하여 테스트한다.

다음 그림 1은 이 테스트 방법을 적용한 구조이다.

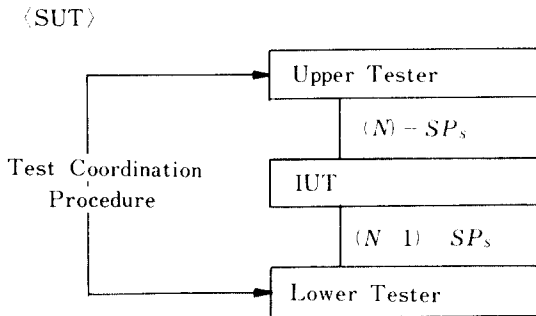


그림 1 구내제어방식 Local Test Method.

여기서 Upper Tester란 테스트하는 동안 IUT의 상위 SPs를 제어하고 관찰할 수 있는 기능이며, Lower Tester란 테스트를 수행하는 동안 (N-1) - SPs나 (N) - PDU를 제어, 관찰할 수 있는 기능이다. 그리고 Test Coordination Procedure는 테스트 기간 동안 Lower tester와 Upper tester간의 상호 협력을 위해 두는 두

요소간의 규정이다.

이와 같은 테스트 방법은 어떤 시스템에서 한 프로토콜 엔티티(Protocol Entity)만을 구현한 시스템을 테스트할 때 적당하며 시스템 개발 단계에서 debugging tool로서 이용될 수 있다.

이 방법을 이용하여 테스트된 시스템들은 실제 통신망을 통해 통신이 가능한 상황에서의 테스트를 더 거쳐야 할 필요가 있다.

(2) Distributed Test Method

이 방법은 테스트 기능을 나누어서 테스트를 수행하는 방법으로, 테스트를 전담하는 시스템인 ATS(Active Test System)과 테스트를 받는 대상 시스템인 SUT로 나뉘어 진다. 이는 통신망을 통해 직접 통신하는 상황에서 테스트하는 방법으로서 그림 2와 같은 구조를 가질 수 있다.

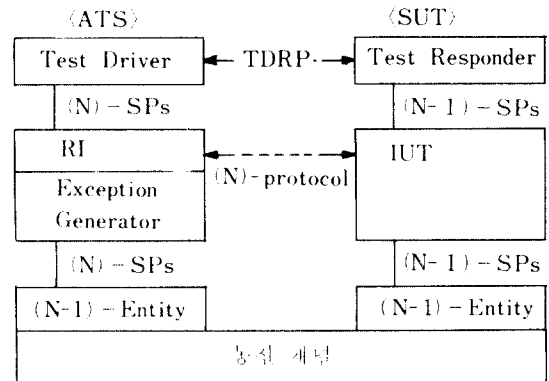


그림 2 분산제어방식 Distributed Test Method.

ATS의 TD(Test Driver)는 IUT에 의해 제공되는 서비스를 처리하면서 TDRP(Test Driver Responder Protocol)를 통하여 TR(Test Responder)와 상호 협의하에서 동작한다. 이렇게 서로 통신하기 위해서는 (N) - Protocol에 따른 (N) - entity 기능이 IUT에 대응하여 ATS에도 있어야 하는 데 이를 RI(Reference Implementation)이라 한다. 그리고 IUT에 PDU에러가 발생한 경우를 테스트하기 위해 IUT로 왔다 갔다하는 PDU를 고의로 없애거나 중복시키거나 순서를 달리하여 전달하여 에러 상태를 테스트 해보는 EG(Exception Generator)를 들

수 있다. 이 방법은 구현하기는 복잡하나 실제 통신상에서 테스트를 할 수 있고 테스트 기능이 양 시스템에 나뉘어져 있으므로 ATS 부분과 S-UT 부분에서 다양한 테스트를 행할 수 있다는 장점이 있다.

그러나 실제적으로 테스트 센터를 설치하여 여러 프로토콜 구현 제품에 대해 테스트 서비스를 행하고자 할 경우 하드웨어와 O.S 및 소프트웨어가 각각각색인 SUT의 각각에 대해 TR 모듈을 어떻게 loading 하느냐가 문제점으로 대두된다.

(3) Remote Test Method

이 방법은 ATS가 모든 테스트 기능을 전담함으로써, SUT측에는 일체 손을 대지 않고 다만 통신망에 연결하여 테스트하는 방법이다.

그러므로 두 시스템간에는 테스트를 위한 별도의 프로토콜인 Test Coordination Procedure나 TDRP가 필요없다.

이 방법은 다음 그림 3과 같다.

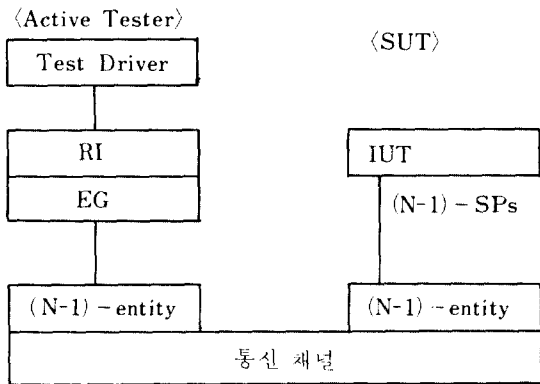


그림 3 원격시험방식
Remote Test Method.

이 방법은 에러를 잘못 유도함으로써 SUT가 아무런 에러 메시지 없이 동작을 하지 않은 경우가 있으므로 에러를 유도시키는 기능에 대하여 신중한 고려를 해야 한다.

4. PTF 시스템 구성

(1) 특성

PTF 시스템의 구성은 PTF 시스템을 운용하

는 대상에 따라서 다르다. 즉 테스트 센터에 있는 테스트 운용자가 운용하는 방법과 테스트될 프로토콜을 지닌 IUT의 설계자가 직접 운용하는 구성 방법이 있다⁶⁾.

전자의 방법은 프로토콜 처리 기능 및 테스트 실행 기능을 SUT와는 별개의 시스템에 구현하여 테스트를 수행하는 방식으로서 테스트 수행에 관련된 모든 내용을 테스트 센터에서 관장하므로 테스트 결과에 대한 신뢰성이 높은 반면 테스트 센터에서 해야 하는 일의 양이 크다.

후자의 방법은 SUT내에 테스트 실행 기능을 첨가하여 테스트를 수행하는 방식으로 테스트 수행에 관련된 모든 것을 IUT의 설계자가 관여하므로 테스트 결과에 대한 신뢰성이 낮고 정확치 못한 결과를 초래하게 되나 테스트 센터에서 하여야 할 일의 양은 작다.

따라서 본 PTF 시스템에서는 테스트 센터의 자원 용량에 약간의 부담이 되더라도 통합적인 측면에서 종합정보통신망 모델 구성에 대응하여 전자의 방식으로 구성하려고 한다.

그리고 테스트 범주는 1차적으로 conformance test를 고려하고, 후에 performance test, robustness test 기능을 첨가하기로 한다. 테스트 방식은 우선 프로토콜 구현자가 local test method를 debugging tool로 이용하여 구현한 프로토콜 구현 제품에 대해 distributed test method를 적용하며, 점차적으로 remote test method를 적용하고, 단일 계층 IUT뿐만 아니라 다 계층 IUT도 테스트할 수 있는 범용 시스템을 구현할 예정이다. 또한 테스트될 프로토콜은 계층 3까지는 올바로 동작한다는 조건하에서 계층 4, 5, 6, 7의 프로토콜을 위주로 시험하고 후에 하위 계층 테스트 도구를 첨가시킬 예정이다.

이러한 특성들을 지닌 PTF 시스템을 구현할 Target 시스템은 VAX 11/730 컴퓨터로 정하였고, 개발하여야 할 관련된 Tool은 UNIX(4.2 BSD)의 지원 하에서 구현할 예정이다.

(2) 논리적 구조

PTF 시스템의 논리적 구조는 그림 4의 구성도로 설계하였다. 그림 4에서 보면 테스트를 모

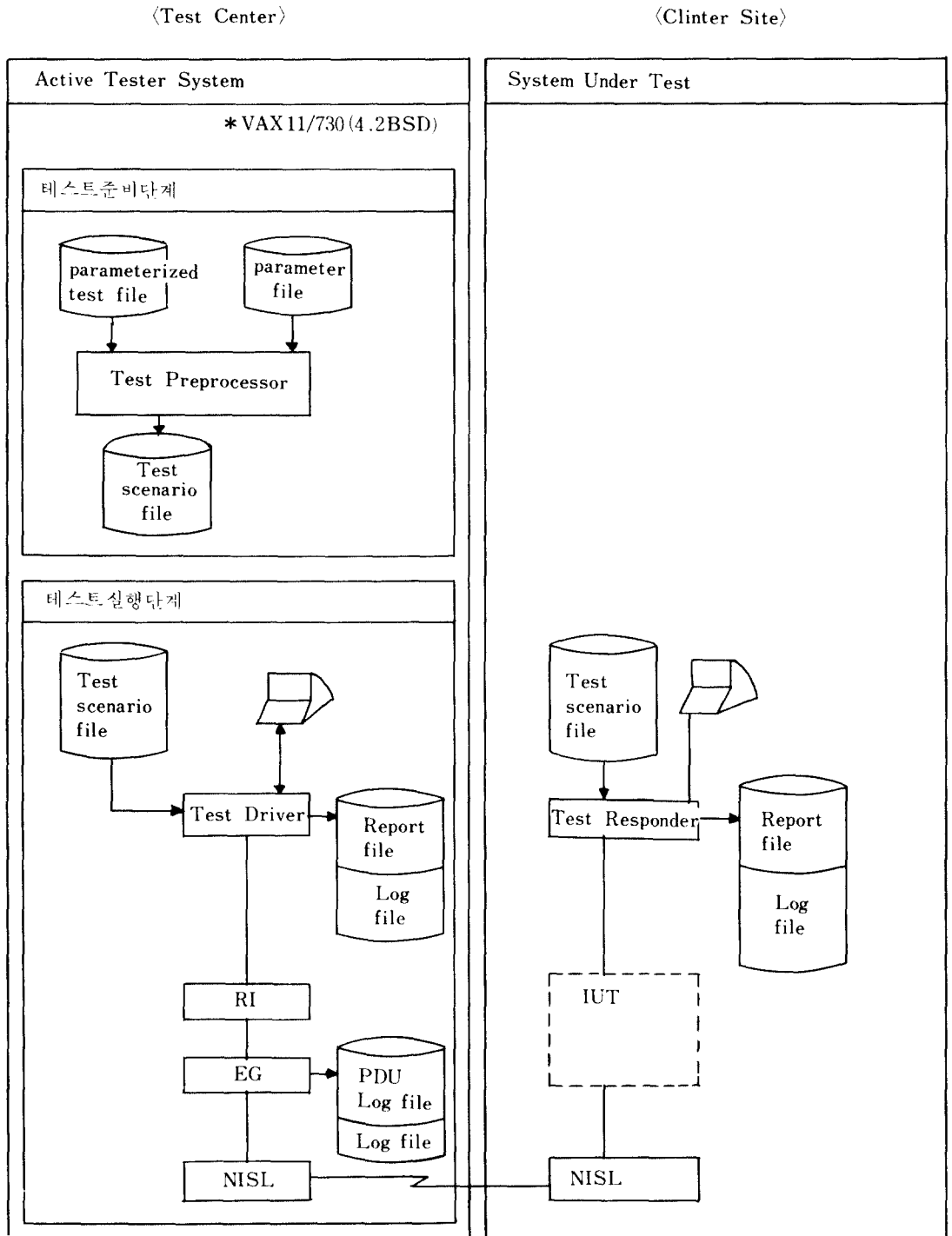


그림 4 ETRI-PTF system 의 논리적 구조도
 Logical Architecture of ETRI-PTF System.

두 관장하는 ATS는 TD, RI, EG 그리고 NISL (Network Interface Sublayer) 등 주요 모듈로 구성된다. 그리고 이에 대응해서 테스트될 프로토콜을 지닌 시스템은 SUT라고도 불리우며 SUT는 ATS의 TD와 대응하여 TR, 테스트될 프로토콜이 있는 IUT, 그리고 NISL로 구성된다.

ATS와 SUT에서 사용되는 각 모듈들의 기능은 다음과 같다.

• TD (Test Driver)

Test Scenario file에서 받은 프로토콜 테스트 commands를 RI로 하여금 SUT의 IUT로 보내도록 지시한 후, 프로토콜 메시지에 대한 IUT의 반응을 RI를 통해 받아서 이에 관련된 모든 행위를 기록한다. 또한 테스트 수행 결과를 테스트 후에도 확인할 수 있는 Report file과 처리 상황이 수록된 log file을 작성해 준다.

• RI (Reference Implementation)

프로토콜 테스트 시에 IUT는 (N) - entity의 기능을 갖는 다른 또 하나의 PI (Protocol Implementation)와 대화를 해야만 한다. 이러한 PI는 테스트 될 프로토콜이 원래의 프로토콜 규격과 일치해야 하므로 RI라고 칭한다. 이는 일차적으로 계층 4, 5, 6, 7로 구성된다.

• EG (Exception Generator)

IUT에서 발생하는 정상적인 프로토콜 및 비정상적인 프로토콜에서 발생하는 에러 상태를 취급해 주며 PDU에서 발생된 각종 변경 내역을 지닌 PDU file과 log file을 수록한다. 또한 비정상적인 프로토콜에서 발생된 착오로 인해 발생하는 상황도 취급하며 IUT가 정확하게 반응을 하는 지 여부를 조사하기 위하여 의도적으로 위반된 프로토콜을 취급한다.

• NISL (Network Interface Sublayer)

프로토콜 테스트에 이용되는 NSP (Network Service Primitives)를 network 제공 서비스로 map시키며, IUT와 network 간에서 interface 역할을 한다.

• TR (Test Responder)

IUT에 대한 Network Service Interface를 관찰·조정하며, (N) - Protocol error의 생성을 요구하며, 발견된 (N) - Protocol error를

표시하고, (N) - Protocol mechanism을 이용하여 테스트 센터측에서 CS측을 전체적으로 제어할 수 있게 한다. 또한 이에 관련된 모든 내용들을 CS측에서도 볼 수 있도록 Report file과 log file을 작성한다.

• IUT (Implementation Under Test)

테스트될 프로토콜이 구현된 모듈로서 ATS측에서는 단지 (N) - Service를 제공하는 기능과 (N-1) - Service를 이용하는 기능을 갖는 black box로 볼 수 있다.

• Test Preprocessor

테스트 화일을 프로토콜 매개 변수별로 매개 변수화 시켜 작성된 Parameter Test File과 프로토콜에 관련된 모든 매개 변수들을 정의하여 수록한 Parameter File을 입력으로 사용하여 Test Scenario file을 만든다. 이는 Parameter file에 있는 매개 변수의 값들을 Parameter Test File의 매개 변수로 바꾸어서 만든다. 이 모듈은 항상 테스트가 실제로 시작되기 전인 준비 단계에서 사용한다.

5. X.25 Packet Level Test

(1) 시험 대상

CCITT 권고안 X.25는 PDN (Public Data Network)과 패킷형 DTE간의 interface를 정의하는 프로토콜로서 Physical Level, Data Link Level, Packet Level로 구성된다⁷⁾.

본 프로토콜 테스트는 X.25 프로토콜을 구현하고 있는 X.25 Gateway (LAN/PSDN)를 시험 대상으로 하여, X.25 Gateway가 X.25 표준 프로토콜을 올바르게 구현하고 있는가를 시험하는 것이다.

X.25 Gateway의 일반적인 접속 형태는 다음 그림 5와 같다¹⁰⁾.

(2) 프로토콜 테스트 시스템의 구성 및 시험

본 프로토콜 테스트의 목적은 X.25 Gateway에 X.25 Layer 3 표준 프로토콜이 올바르게 구현되어 있는가를 시험하는 것으로서, 시험 시의 접속 형태는 다음 그림 6과 같다.

즉, Protocol Tester가 Test Packet을 발생

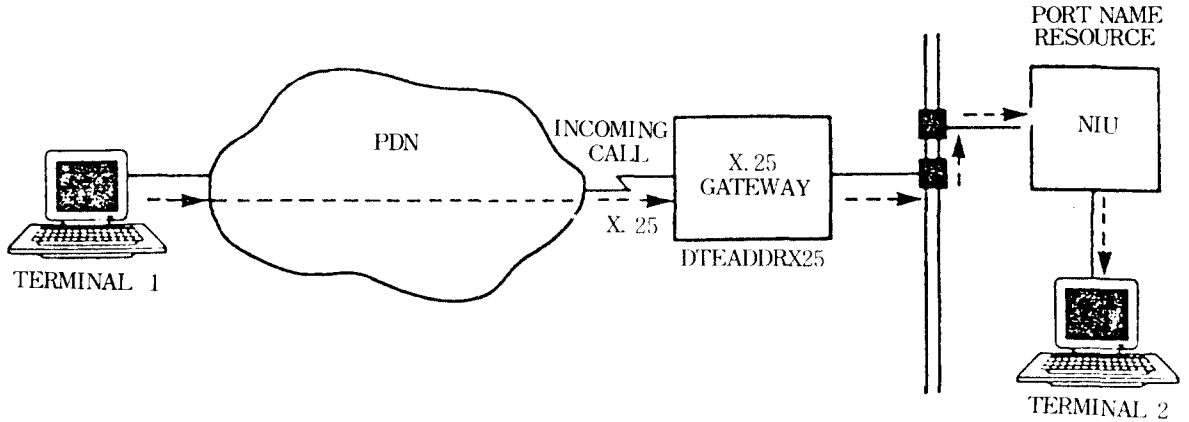


그림 5 X.25 Gateway의 일반 접속형태.
Connection type of X.25 gateway.

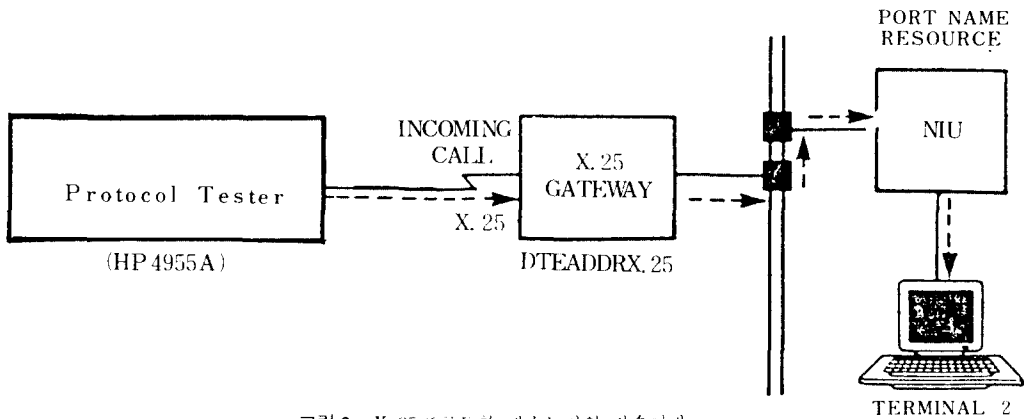


그림 6 X.25 프로토콜 테스트시의 접속형태
Connection type of X.25 protocol test.

시켜 피검증 시스템에 입력시킨 후에 이에 대한 응답 Packet을 분석함으로써 시험을 수행한다.

X.25 Packet Level Test는 23개의 Test Module로 구성되며, 다음 표와 같다⁸⁾

Packet Level Test Module Categories	
Packet Level Module Number	Category of Test Module
1	r1-Packet Level Ready State
2	r2-DTE Restart Req State
3	r3-DCE Restart Ind. State
4	p1-Ready State
5	p2-DTE Call Req. State
6	p3-DCE Inc. Call State
7	p4-Data Transfer State
8	p5-Call Collision State

9	p6-DTE Clear Req. State
10	p7-DCE Clear Ind. State
11	d1-Flow Control Ready 5. State
12	d2-DTE Reset Req. State
13	d3-DCE Reset Ind. State
14	i1-DTE Interrupt Ready State
15	i2-DTE Interrupt Send State
16	j1-DCE Interrupt Ready State
17	j2-DCE Interrupt Send State
18	f1-DCE Receive Ready State
19	f2-DCE Receive Not Ready S.
20	q1-DTE Receive Ready State
21	q2-DTE Receive Not Ready S.
22	Data Transfer
23	Timer

한편 프로토콜 테스트에 있어서, 모든 state-event 조합을 시험하는 것은 불가능하지만 각

test state에 있어서 다음 3가지 경우에 대한 시험을 적어도 한번씩은 수행하는 것이 필요하다.

- Valid Test.

정상적인 state에서 정상적인 packet입력을 받을 경우 정상적인 응답이 일어나는 가를 시험함.

- Invalid Test

정상적인 state에서 발생 가능한 종류의 packet type이지만 Diagnostic code 등 나머지 부분에 오류가 있는 경우에 DTE측의 recovery (복귀) 기능을 시험한다.

- Inopptune test.

어떤 state에서 절대로 받아 들일 수 없는 종류의 packet을 받아 들일 경우, DTE 측의 recovery 기능을 시험한다.

(3) Test Software의 구성

프로토콜 테스트 프로그램은 23개의 Test Module들로 구성되어 있으며, 각각의 test module은 Protocol Tester내에 내장되어 있는 BASIC language를 이용하여 구현하였으며, 각 test module은 여러 개의 test case들로 나뉘어 진다(9).

각 test module의 구성은 다음 그림 7과 같다.

(4) Test 결과

23개 Test Module별로 총 66개 Test Case에 대한 프로토콜 테스트를 실시한 결과 Diagnostic Code 및 Timer에 있어서 차이가 있음을 발견하게 되었다. 즉, X.25 Gateway에 구현된 Diagnostic Code 값은 X.25 표준 프로토콜에서의 값과는 전혀 다르다는 것을 알게 되었다.

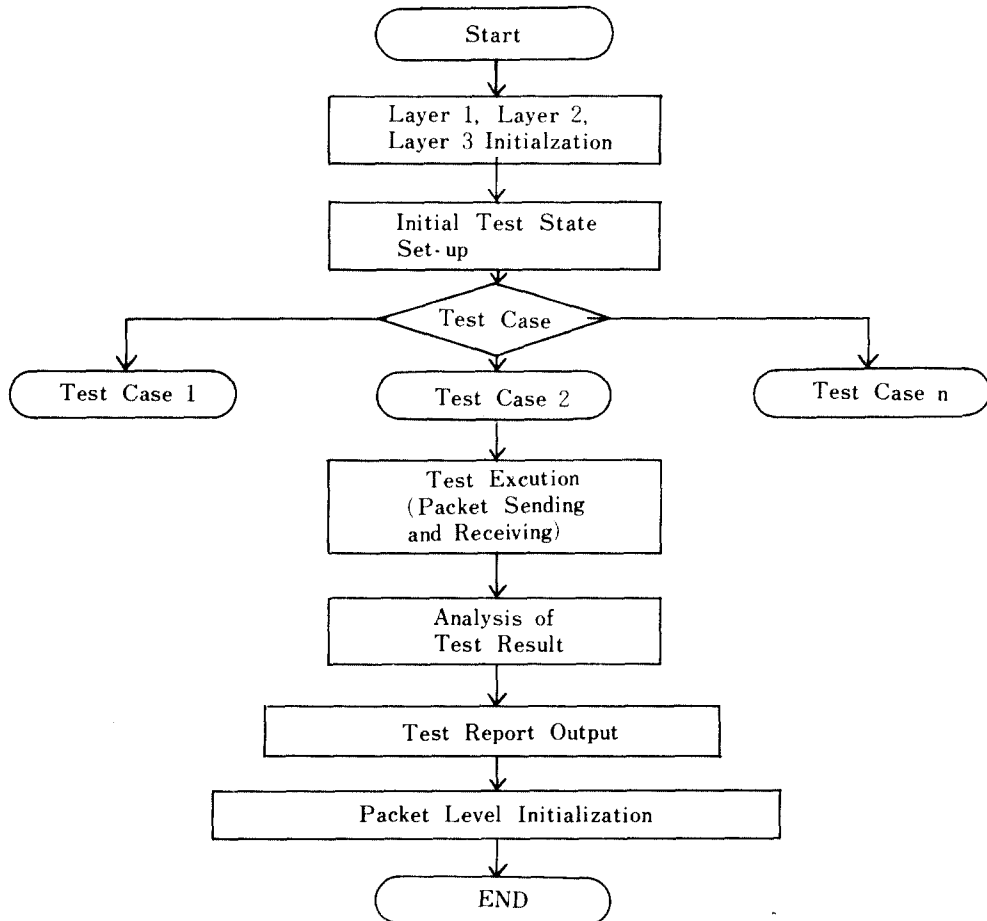


그림 7 프로토콜 테스트 Software의 구성
Configuration of protocol test software.

또한 X.25 Gateway에는 X.25 프로토콜에 규정되어 있는 DTE Timer 들(T21, T21, T22, T23) 중에서 T21만 구현되었으며, 그 값도 표준에 정하여진 200초가 아닌 90초로 구현되어 있음을 알게 되었다.

테스트 결과의 예는 다음과 같다.

- Test Module : PLM23(Timer Test)
- Test Case : T21(DTE Timer T21 Test)
- Test Result :

DTE								DCE							
QD	MOD	LCN	TYPE	P(S)	M	P(R)	DATA	QD	MOD	LCN	TYPE	P(S)	M	P(R)	DATA
00	8	000	Restrt C					00	8	000	Restart				07
00	8	004	Call				031230								
00	8	004	Clear				00								
								00	8	004	Clear C				
								00	8	000	Clear C				07
00	8	000	Restrt C												

DTE측에서 Call Packet을 전송한 후에 DC-E측으로 부터 Call Acc. Packet을 기다렸지만 응답 Packet이 없자, 90초 경과 후에 Clear Packet을 전송하였다.

6. 결 론

본 논문에서는 앞으로 구현될 PTF 시스템을 위한 환경 조성 단계로서 기본적인 기능을 갖는 PTF 시스템의 기본 조건, 종류, 논리적 구조 및 구현 계획에 대하여 기술하였다.

본 PTF시스템은 SUT와는 별개의 테스트 시스템을 이용하여 테스트를 수행하는 구성 방식을 택하였으며, 테스트 범주는 Conformance test, Performance test, Robustness test로 정하였다.

프로토콜 테스트 방식은 테스트 시스템과 SUT간에 테스트 기능을 분담하는 distributed method를 시작으로 remote method도 가능하도록 확장될 것이다.

프로토콜 테스트는 모든 layer를 대상으로 한다. 계층 3 이하의 하위 계층은 Protocol Analyzer 등의 하드웨어를 이용하여 테스트하며, 이와 같이 인증된 하위 계층을 기반으로 하여, 계층 4, 5, 6, 7의 프로토콜을 테스트할 수 있는 시스템을 구축할 예정이다.

이러한 PTF 시스템은 VAX 11/730 컴퓨터를 Target 시스템으로 하여 UNIX (4.2BSD)의 Support 하에서 구현될 것이다.

한편 Lower Layer에 대한 프로토콜 테스트의 일환으로 수행된 X.25 DTE Packet Level에 대한 Protocol Test에 있어서는, Protocol Analyzer의 BASIC language를 tool로 이용하여 X.25 Gateway (Net-One/PSDN)에 대한 프로토콜 테스트를 실시하여 Diagnostic Code 및 Timer에 있어서 X.25 표준 프로토콜과 차이가 있음을 발견하였다.

앞으로의 연구 방향은 먼저 PTF시스템에 대한 상세한 설계를 한 후에 LAN(Local Area Network)의 Transport Layer 및 한글 전자우편 시스템에 대한 프로토콜 테스트 연구를 진행할 예정이며, 이후 OSI의 모든 layer 및 ISDN에 관련된 모든 프로토콜에 대한 프로토콜 테스트를 수행할 수 있는 ISDN 종합인증시스템의 구축에 대한 연구를 진행할 계획이다.

참 고 문 헌

- (1) 경상현, "ISDN구축에 있어서 그 과제와 전략," 한국정

- 보과학회 특별강연, 1984. 10.
- (2) 권은희, "프로토콜 검증 기법," 전기통신, 한국전기통신 연구소, 1985. 3.
 - (3) 일본통신기술(주) 편집, 네트워크 아키텍처 DCNA, pp. 428 ~429, 1984.
 - (4) Rayner, D., "A System for testing protocol implementations," Proc. IFIP WG6.1. 2nd Int. Workshop on Protocol Specification Testing and Verification, North Holland, pp. 539~554, 1982.
 - (5) ISO / T C 97 / S G 21 / WG 16-1, "OSI conformance testing methodology and framework," 1985. 2.
 - (6) J. A. MELICI, "The BX.25 certification facility," Computer Networks, vol. 6, pp. 319~329, 1982.
 - (7) CCITT Rec. X.25(1980), "Interface between data terminal equipment(DTE) and data circuit-terminating equipment(DCE) for terminals operating in the packet mode on public data network"
 - (8) ISO/TC 97/SG 6 / N3588, "Liaison on X.25 DTE conformance testing", April, 1985.
 - (9) Hewlett Packard, 4955A protocol analyzer operating and programming manual, Jan., 1983.
 - (10) Ungermann-Bass, Net/One X.25 gateway software reference manual, Aug., 1984.



崔 陽 熙 (Yang Hee CHOI) 正會員
 1955年 7月27日生
 1975年 2月 : 서울大學校工科大學電子工
 學科卒業
 1977年 2月 : 韓國科學院電氣 및 電子工
 學科卒業 (工學碩士)
 1984年 6月 : 프랑스 ENST(Ecole Na-
 tionale Superieure des
 Telecommunications) (工
 學博士)

1977年~現在 : 韓國電子通信研究所 데이터通信研究室 (室長)



秦 柄 文 (Byoung Moon CHIN) 正會員
 1953年 9月26日生
 1976年 2月 : 서울大學校工科大學電氣工
 學科卒業
 1983年 8月 : 서울大學校工科大學電子計
 算機工學科卒業 (工學碩士)
 1980年~現在 : 韓國電子通信研究所데이
 타通信研究室 (先任研究
 員)