

적합성 시험 및 TTCN에 관한 고찰

The Features of Conformance Testing System Supporting TTCN

임상식(S.S. Lim)

단말기술연구팀 연구원

김선영(S.Y. Kim)

단말기술연구팀 책임연구원, 팀장

적합성 시험(conformance test)은 통신 프로토콜 제품에 대해 그 제품이 프로토콜 표준에 따라 올바르게 구현되었는지를 검증하는 것이다. 그러므로 적합성 시험은 구현제품의 기능과 그 기능의 동작 행위가 프로토콜 표준에서 기술된 요구사항을 만족하는지를 조사하는 것을 요구하며 이를 시험규격으로 표현한다. 이때 프로토콜의 동작행위에 대한 시험 시나리오는 적합성 시험규격의 핵심을 이루는 것으로 시험을 기술하기 위한 국제표준 언어인 TTCN(Tree and Tabular Combined Notation)으로 기술한다. 본 논문에서는 적합성 시험 및 TTCN에 대하여 살펴보았다.

I. 서론

최근 컴퓨터 통신의 급속한 보급에 따라서 많은 통신 프로그램이 구현되고 있고, 하나의 표준 프로토콜이 여러 제작자에 의하여 다양한 구현 제품들로 만들어지고 있다. 따라서 제품의 상호 운용성을 증진시키고 사용자에게 신뢰성 있는 서비스를 제공하기 위하여 적합성 시험의 필요성이 강조되어 왔으며, 다양한 프로토콜을 대상으로 적합성 시험 서비스가 제공되고 있다.

만일 여러 공급회사(vender)들이 제공하는 툴(tool)에 의해 어떤 시스템을 만든다고 가정하면, 이들 툴에 대한 적합성을 먼저 시험하여야 할 것이다. 또한 모든 툴이 상호간에 잘 동작되는지를 알기 위해서 다음과 같은 철저한 검사가 이루어져야 한다.

- Tool1 ↔ Tool2
- Tool1 ↔ Tool3
- Tool1 ↔ Tool4
- Tool2 ↔ Tool3

- Tool2 ↔ Tool4
- Tool3 ↔ Tool4

여기에 만약 Tool5가 합세한다면 또다시 Tool5와 모든 툴과의 검사가 이루어져야 한다. 그러나 만일 모든 공급회사들이 합격해야 하는 특별한 시험 툴을 사용한다면,

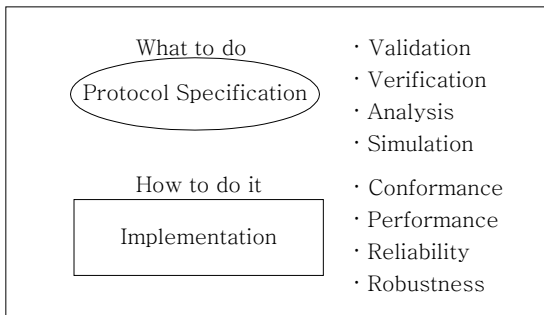
- Tool1 ↔ TestSuite
- Tool2 ↔ TestSuite
- Tool3 ↔ TestSuite
- Tool4 ↔ TestSuite

만약 5번째 툴이 있다고 해도

- Tool5 ↔ TestSuite

이와 같이 시험하면 된다. 따라서 시험 툴, 즉 시험 스위트(test suite)를 이용한 시험은 시간적으로나 경제적으로 앞서의 검사방식보다 유리함을 알 수 있다.

국제 표준화 기구인 International Standard Or-



(그림 1) 시스템 설계 및 구현 시 점검 내용

ganization(ISO)는 적합성 시험을 위한 시험 스위트 를 명세하기 위하여 시험 기술(description) 언어인 TTCN을 제시하였다. ISO/IEC 9646(ITU X.290 series)은 OSI나 ITU(International Telecommunication Union)의 프로토콜 구현에 대한 적합성 시험을 위한 골격(architecture) 및 방법론(methodology)을 정의한 규격(standard)으로써 모두 7부로 구성되어 있으며 각 부의 내용은 다음과 같다.

- 제1부: 일반개념
- 제2부: 시험구조의 분류 및 적합성 시험 스위트 명세에 대한 권고
- 제3부: 표준화된 추상 시험 스위트(abstract test suites)의 명세에 사용될 표기(TTCN)에 대한 정의
- 제4부: 시험도구 실현(realization)에 대한 지침 및 요구사항 즉, 시험서비스 구축을 위한 ‘시험도구’ 및 절차
- 제5부: 적합성 시험 과정의 수행을 위한 시험소 및 의뢰자에 대한 지침
- 제6부: 규약군(profile) 시험 방법에 관한 사항
- 제7부: 구현 적합성 명세(Implementation Conformance Statement: ICS)에 관한 구체적인 내용

ISO/IEC 9646-3 규격에서는 추상 시험 스위트의 개념을 소개하고, 시험할 대상 시스템에 대한 일련의 시험을 정의한다. 추상시험은 약식 자연언어(informal natural language)보다는 형식언어(formal language)를 사용하여 작성된다. ISO/IEC 9646 제3부에서 규정한 표준 시험 언어인 TTCN은 추상 시험 스위트의 각 요소를 기술하기 위한 구문을 제공

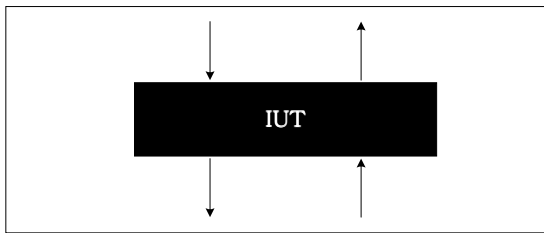
하고, TTCN을 이용하여 추상 시험 스위트 를 작성하는 방법과 그 예를 기술하고 있다. 따라서 본 논문에서는 적합성 시험에 대한 기본 개념 및 추상 시험 스위트와 TTCN에 대해 살펴보기로 한다.

II. 적합성 시험

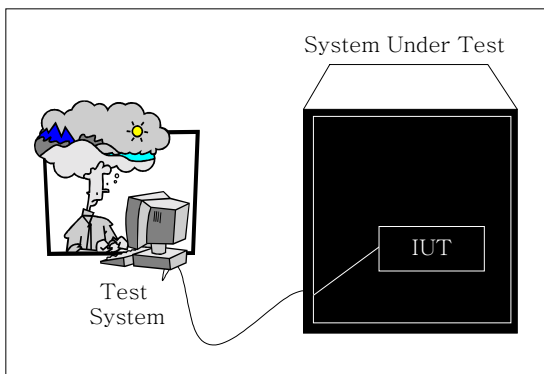
1. 적합성 시험의 정의

통신 프로토콜은 통신 대상체들간의 정보를 교환하는 규칙들을 나타내는 것으로서, 여러 국내의 표준화 기구에 의해 표준으로 정의되고 있다. 그러나 구현물들은 구현자 나름대로 표준을 해석하여 구현하게 되므로 많은 해석상의 오류 및 구현 절차상의 오류가 있을 수 있으며, 이로 인하여 실제 구현물은 표준대로 구현되지 않을 수 있다. 그래서 구현물이 표준에 따라 정확하게 구현되었는지를 검증하는 절차를 수행하게 되는데 이를 적합성 시험이라고 한다. (그림 1)은 프로토콜의 정의단계부터 구현단계까지 시스템 차원에서 점검해야 될 내용들이다.

일반적으로 프로토콜을 정의한 후에 이에 대한 검증(즉, Validation, Verification, Analysis, Simulation)을 하고 구현(implementation)하며, 구현된 제품에 대해 시험(즉, Conformance, Performance, Reliability, Robustness)을 실시한다. 프로토콜을 정의한 후에 검증하는 단계인 Validation은 자동적으로 에러를 찾는 방법이며, Verification은 소프트웨어가 프로토콜에 따라 맞게 되어 있는지를 검사하는 것이며, Analysis는 문법과 의미론적 에러를 찾는 방법이고, Simulation은 실제 구현되어서 운용되는 것을 시뮬레이션하는 방법이다. 구현된 제품에 대한 시험단계 중 하나인 Performance는 메시지나 신호들의 처리 성능을 검사하는 방법이며, Reliability는 긴 시간 동안 에러 없이 동작되는지를 검사하는 것이고, Robustness는 에러처리 상황에서 얼마나 잘 동작되는지를 검사하는 방법이다. 또한 Conformance, 즉, 적합성 시험에서는 다음과 같은 처리를 담당한다.



(그림 2) IUT



(그림 3) SUT 와 시험 시스템

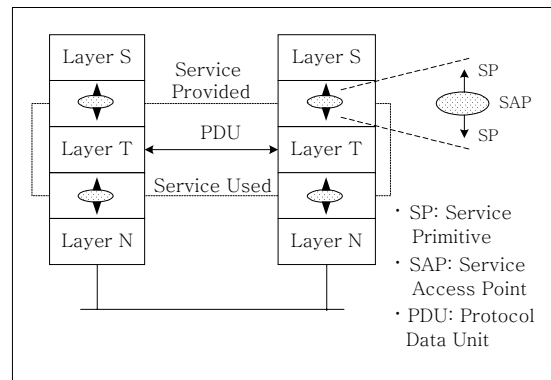
- 외부로부터 보여지는 에러 검색
- 상호운용가능성에 대한 필요조건 조사
- 외적 동작(external behavior)에 관한 관심(내적 동작에는 관심 없음)
- 구현물에 대한 시험

그러나 적합성 시험에서 Performance, Reliability, Fault tolerance, Efficiency, Physical layer, 그리고 Protocol internal events는 다루지 않는다.

2. 용어

가. IUT

IUT(Implementation Under Test)는 (그림 2)에서 보는 것과 같은 블랙 박스의 개념이며 우리가 개발하는 응용 소프트웨어이다. 이는 serial cable, parallel cable, radio wave를 통해 시험 장비와 연결되어 있다. IUT는 블랙 박스의 개념이므로 내부에 어떠한 이벤트가 있는지 알 수가 없다. 다만 박스로 신호가 들어가거나 나가는 것만을 볼 수 있다.



(그림 4) OSI 구조

나. SUT와 시험 시스템

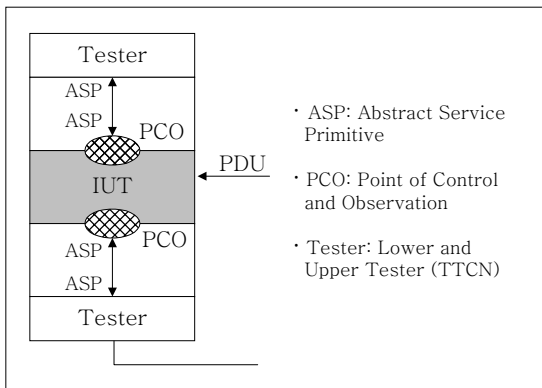
(그림 3)에서 보면, SUT(System Under Test)는 우리가 시험할 시스템을 가르키고, IUT를 포함하는 구조이다. 시험 시스템(test system)은 시험을 수행할 시스템 또는 장비로서 TTCN의 시험 스위트가 들어간다.

다. 서비스 프리미티브(SP)와 프로토콜 데이터 유니트(PDU)

(그림 4)는 OSI의 7계층 중 기본적인 3개의 계층만을 표시한 것이다. 각 계층은 SAP에 의해 연결되어 있다. SAP는 SP들이 왕래하는 길목이다. SP는 일종의 신호(signal)로 볼 수 있으며, PDU는 프로토콜 스택에서 엔티티(entity) 사이에 주고 받는 데이터 패킷(packet)이다. 즉, Layer T와 상대편 Layer T 사이의 정해진 데이터 약속(format)이라고 볼 수 있다. 따라서 시스템의 각 Layer T들은 서로 약속한 PDU 형태대로 데이터를 주고 받을 수 있게 된다.

라. 적합성 시험 용어

IUT의 적합성 시험은 (그림 5)에서와 같이 IUT의 하위(lower) 및 상위(upper) 서비스 인터페이스에서 발생하는 사건을 관찰함으로써 이루어진다. 이러한 사건은 PCO를 통하여 발생하며 ASP에 내장된 PDU의 견지에서 표현된다. ASP는 송·수신 시



(그림 5) 적합성 시험을 위한 환경

에 PDU를 포함하는 데이터 타입을 나타낸다. PCO는 두 개의 FIFO(First In First Out) 큐(queue)를 가지고 있어 하나는 송신할 때 이용하고, 다른 하나는 수신할 때 이용한다. IUT는 시험 시스템에 의해 시험되는데, TTCN에서 시험 시스템의 다른 부분을 시험 구성요소(Test Component: TC)라고 부른다. 하위 인터페이스에서 PCO를 통해 IUT와 통신하는 시험 구성요소를 묶어서 하위 시험기(Lower Tester: LT)라 부르며, 상위 인터페이스에서 PCO를 통해 IUT와 통신하는 시험 구성요소를 상위 시험기(Upper Tester: UT)라 부른다. 적어도 하나의 시험 구성요소는 항상 시험 시스템에 나타나야 한다. 이것을 MTC(Main Test Component)라 부르는데, 시험을 조정하고 제어하는데 책임이 있으며 시험의 최종 판정을 내린다.

LT에서 시험 구성요소들 간의 통신은 CP(Coordination Points)를 통해 달성된다. 마찬가지로 UT 시험 구성요소는 CP를 통하여 각각 다른 것과 통신할 수 있다. LT와 UT간의 조정은 TCP(Test Coordination Procedure)에 의해 달성된다. LT는 송신 및 수신을 담당하는 ASP의 PDU 제어와 관찰에 책임이 있으므로 UT보다 더 복잡하게 되어 있다. LT와 UT의 조정(coordination) 방법에는 다음과 같은 것이 있다.

- 테스트가 응답하는 방법
- 결과를 보여주는 방법

• 둘 사이의 동기 방법

이와 같은 시험 조정에 대한 절차를 나타내는 것이 바로 TCP이다.

3. 적합성 시험 방법

적합성 시험의 핵심이 되는 요소는 IUT가 규격에 따라 올바른 동적 행위를 나타내는지 조사하기 위해 시험 대상을 제어하고 관찰하는 시나리오인 시험 스위트이며, 이는 실제 시험환경에서의 수행을 고려하지 않고 추상적으로 기술하게 되므로 이를 추상 시험 스위트라고 한다. 적합성 시험의 대상이 되는 프로토콜은 PDU를 통해 상대 객체와 통신하고 ASP를 통해 상·하위의 계층과 대화한다. 따라서 추상 시험 스위트는 PDU 또는 ASP를 이용하여 시험 대상을 제어하고 시험 대상에서 생성되는 PDU와 ASP를 관찰하며, 그 구성요소로는 PDU 또는 ASP에 대한 정의, 시험에서 실제로 사용하는 PDU 또는 ASP 각 필드의 값에 대한 정의, 그리고 PDU 또는 ASP의 송수신으로 나타나는 동적행위에 대한 기술 등이 포함된다.

TTCN을 사용하여 추상 시험 스위트를 작성하기 위해서는 먼저 시험 대상 프로토콜의 시험 요구사항 즉 적합성 요구사항을 식별하고, 추상 시험 스위트의 구조(test suite structure)를 결정하여야 하며, 요구사항의 세부사항을 점검하는 시험 항목(test case)의 시험 목적(test purpose)을 정의하여야 한다. 적합성 요구사항은 기본적으로 그 프로토콜을 정의하고 있는 프로토콜 규격 또는 관련된 규격에서 추출이 가능하다. 프로토콜의 적합성 요구사항은 표준화된 형식에 따라 별도의 프로토콜 규약구현 적합성 명세서(Protocol Implementation Conformance Statement: PICS)로 만들어지기도 하며, 프로토콜 규격의 일부로 포함되기도 한다.

PICS는 OSI 구현 제품의 공급자인 시험 의뢰자에 의해 만들어지는 일종의 진술서로 관련규약 표준의 일부인 PICS 양식을 기본으로 한다. 이는 구현된 능력과 선택사항, 그리고 생략된 특징들을 기술하게

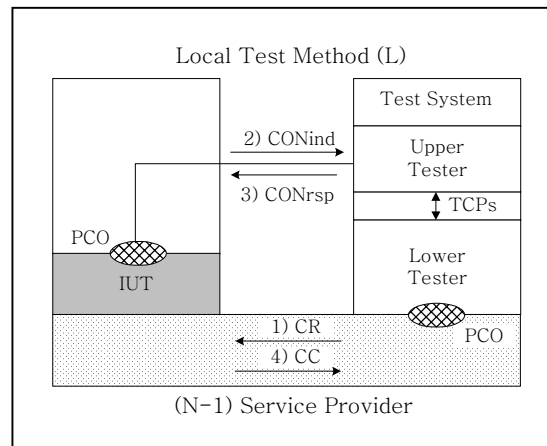
된다. 따라서 구현 제품은 PICS에 열거된 관련 요구 사항에 대해서만 시험된다. 이 문서 외에 또 다른 중요한 문서로서 규약구현 시험 추가정보(Protocol Implementation eXtra Information for Testing: PIXIT)가 있다. PIXIT는 OSI 구현제품의 공급자인 시험 의뢰자에 의해 만들어지는 일종의 진술서로 시험 스위트 명세자에 의해 제공되며 시험소(시험 의뢰자의 상대편)에서 다듬어진다. 이는 시험소가 시험수행을 위해 필요로 하는 IUT에 대한 추가 정보를 제공하는데, 주소정보, 시험방법정보, PICS에 기술된 값 범위를 보충하기 위한 특정 값 등을 포함한다.

추상 시험 스위트 작성의 다음 단계는 시험 스위트 구조와 시험목적에 대한 정의이다. 추상 시험 스위트는 수직적인 계급구조를 가지며 여러 개의 시험 그룹으로 나뉜다. 또한 각 그룹은 고유한 시험목표를 가지며, 시험그룹은 다시 더욱 작은 규모의 부그룹으로 나뉘어질 수 있다. 추상 시험 스위트의 계급 구조에서 최종 구성단위는 시험 항목이다. 따라서 시험 항목은 추상 시험 스위트에서 가장 중요한 구성 단위이며, 그 시험 항목을 수행하여 점검할 수 있는 프로토콜 기능에 대한 고유한 시험 목적을 가진다.

적합성 요구사항의 추출과 시험구조 및 목적이 정의되면 프로토콜의 특성, 시험의 적용범위 및 실용성을 고려하여 시험 방법을 결정하게 되며 최종적으로 추상 시험 스위트를 작성하게 된다. 시험 방법은 시험 대상과 시험 시스템의 상대적인 위치, 시험기의 구조와 배치, 시험 대상 프로토콜의 관찰점 배치에 따라 국부시험방법(local test method), 분산시험방법(distributed test method), 조정시험방법(co-ordinated test method), 원격시험방법(remote test method), 그리고 복수시험방법(multi-party test method)으로 나눌 수 있다[1].

가. 국부시험방법

국부시험방법에서는 UT와 LT가 시험 시스템 내에 존재하고, IUT와 UT 사이에 인터페이스가 존재한다. 주로 Ethernet driver에서 예를 찾아볼 수 있다(그림 6).



(그림 6) 국부시험 환경

[절차]

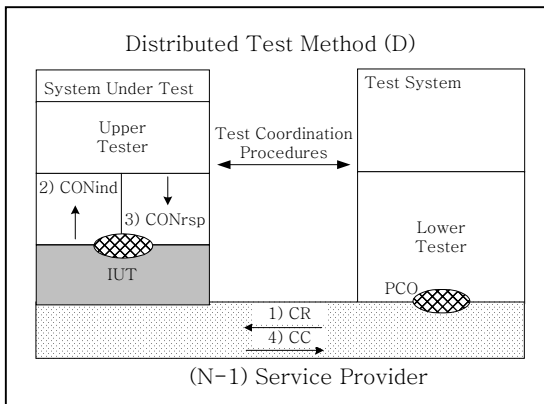
- 1) LT가 PDU CR을 IUT로 전달
IUT는 CR을 수신 후 ASP CONind를 UT로 전달
- 2) UT가 CONind를 수신
- 3) UT가 ASP CONrsp를 IUT로 송신
IUT가 CONrsp 수신 후 PDU CC를 LT로 송신
- 4) LT가 CC를 수신

나. 분산시험방법

분산시험방법에서는 UT가 SUT 내에 존재하고, UT와 LT 사이의 동기(synchronization)가 필요하다. 주로 상위계층 프로토콜이나 API(Application Program Interface)에 의한 프로토콜 제공 기능을 시험하기에 적합하다. 즉, Socket Communication에서 예를 찾을 수 있다(그림 7).

[절차]

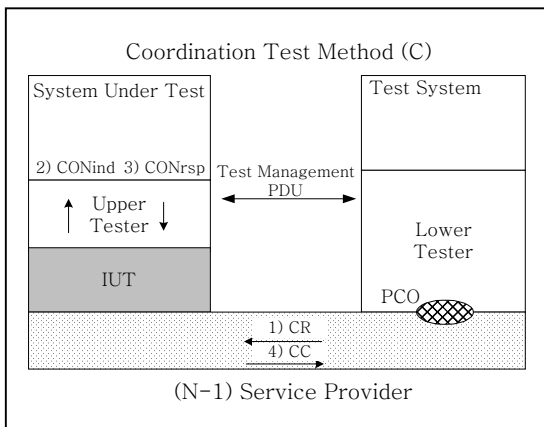
- 1) LT가 PDU CR을 IUT로 송신
IUT가 CR 수신 후 ASP CONind를 UT로 송신
- 2) UT가 CONind 수신
- 3) UT가 ASP CONrsp를 IUT로 송신
IUT가 CONrsp 수신 후 PDU CC를 LT로 송신
- 4) LT가 CC를 수신



(그림 7) 분산시험 환경

다. 조정시험방법

조정시험방법에서는 UT가 SUT 내에 존재하는 구조이고, testability가 미리 프로토콜 내에 존재함을 가정하며, UT와 LT간에 Test Management Protocol을 사용한다. 주로 중간계층(mid-layer) 프로토콜 시험에 적합하며 가장 확실한 시험으로 간주되고 있다(그림 8).



(그림 8) 조정시험 환경

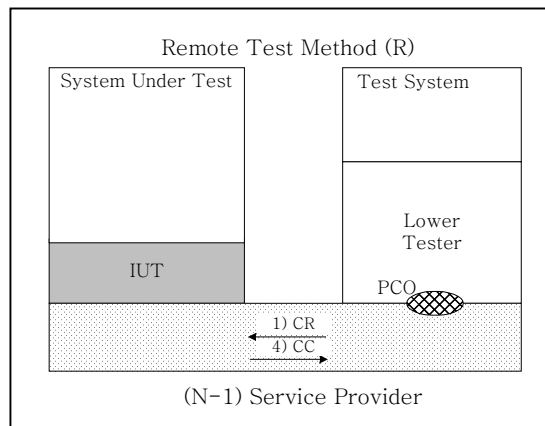
[절차]

- 1) LT가 PDU CR을 IUT로 전달. TMP-PDU가 CR 내 존재
IUT가 CR 수신 후 ASP CONind를 UT로 전달
- 2) UT가 CONind를 수신 후 TMP-PDU를 번역

- 3) TMP-PDU를 해석한 대로 UT는 ASP CONrsp를 IUT로 전달
IUT가 CONrsp를 수신 후 PDU CC를 LT로 전달
- 4) LT가 CC를 수신

라. 원격시험방법

원격시험방법에서는 UT가 없으며, 조정기능이 없으므로 수동으로 조정해야 한다. 기능이 제한적이거나 사용하기 용이하여 많은 시험 시스템에서 사용된다(그림 9).



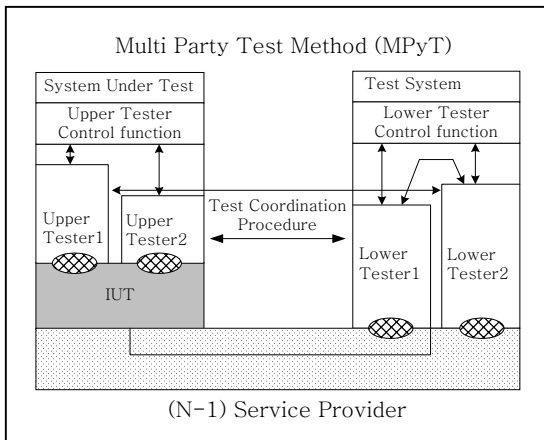
(그림 9) 원격시험 환경

[절차]

- 1) LT가 PDU CR을 IUT로 전달
IUT가 이를 처리하고 CC를 LT로 전달
- 2) LT가 CC를 수신

마. 복수시험방법

처음에는 단수시험법(single party testing), 즉, 하나의 개방형 시스템과의 통신이 요구되는 IUT에 대한 시험만을 고려하였으나 MHS의 중계기능 등에 대한 시험요구로 인해 복수시험에 관한 개념을 도입하게 되었다. 복수시험방법이란 동시에 복수 개의 실시간 개방형 시스템간에 통신이 요구되는 시험 대상에 대해 전체적으로 시험을 수행하는 것을 의미하



(그림 10) 복수시험 환경

는 것으로 그 일반적인 개념도는 (그림 10)과 같다.

III. 상호 운용성 시험

적합성 시험을 통과한 시스템이라도 선택사항에 대한 사용범위가 틀리므로 해서 또는 적합성 시험에서 시스템의 오류를 발견하지 못했을 경우에 상호 연동이 되지 않을 수 있다. 대부분의 규격들은 다양한 선택사항을 가지지만 모든 선택사항의 조합을 시험하기란 쉽지 않고 많은 범위의 값을 가지는 파라미터들에 대하여 모든 범위에 대한 시험을 수행할 수는 없다. 또한 적합성 시험은 한 계층에 대한 시험이므로 계층사이의 상호작용을 시험할 수 없다. 따라서 적합성 시험을 통과한 제품이 있다 하더라도 이들간에는 상호 운용이 된다는 보장이 없으므로 적합성 시험과 아울러 상호 운용성 시험을 요구하게 된다.

현재까지의 상호 운용성 시험은 크게 두 가지 접근 방법이 있다. 하나는 Standards Promotion and Application Group(SPAG)에서 개발된 것으로 적합성 시험을 수행한 후에 상호 운용성 시험을 수행하는 것으로서, 철저하고 객관적으로 수행되어 많은 사람들에 의해 효력은 있지만 비용이 많이 드는 절차로 여겨지고 있으며, 현재는 거의 활동이 중단된 상태이다. 또 다른 하나는 EuroSInet과 OSInet 등

의 접근방법으로서, 제품 개발 중에 개발자들이 모여서 시험 시나리오를 작성하고 함께 시험을 수행하는 매우 단순하고 비용이 적게 드는 방법이다. 그러나 이 방법은 상호 접속의 시험수준을 벗어나지 못하고 있다[2].

IV. TTCN

1. 정의

Tree and tabular combined notation(TTCN)은 ISO에 의해 통신시스템을 검증할 목적으로 표준화된 표기법으로, 표준화된 적합성 시험이란 테두리 안에서 발전되어 왔다. 따라서 TTCN은 시험 절차를 읽기 쉽게 명세하며, 시험결과에 대한 판정도 구체적이고 용이하게 한다.

IUT를 시험하기 위해서는 시험 시스템을 제어하고, 관찰하기를 바라는 상호작용의 연속순서(sequence) 또는 시험 사건을 지정할 필요가 있다. 완전한 시험 목적을 지정하는 사건들의 연속순서를 시험 항목이라 하며, 특정 프로토콜에 대한 시험 사례의 집합을 시험 스위트라 부른다. 즉, 시험 스위트란 필요로 하는 선언과 구성요소가 합쳐진 여러 시험 항목의 집합이다.

TTCN으로 작성된 시험 스위트는 개요부(suite overview part), 선언부(declarations part), 제약부(constraints part), 그리고 동적행위부(dynamic part)로 구성된다(그림 11).

개요부는 시험 스위트의 시험 대상 프로토콜과 관련된 표준 그리고 시험 스위트의 구조를 나타내며, 시험 스위트에 포함된 시험 항목에 대한 목록을 포함한다. 선언부에서는 시험 스위트에서 사용하는 파라미터, 상수, 시험 관찰점, 그리고 타이머들을 정의하며 시험 대상 프로토콜의 PDU 자료구조를 정의한다. 제약부에서는 동적 행위부에서 시험기가 시험 대상 시스템과 주고 받을 PDU에 대한 값을 지정한다. 이때 PDU에 대한 값의 지정은 프로토콜에서 유효하게 정의된 값뿐만 아니라 시험 대상 시스템에서

PHONES
Test Suite Overview...
Declarations Part...
Constraints Part
Test Suite Type Constraint Declarations...
ASP Constraint Declarations...
PDU Constraint Declarations...
CM Constraint Declarations...
Dynamic Part
Test Cases...
Test Step Library...
Defaults Library

(그림 11) TTCN 시험 스위트의 기본적인 구조

ASN.1 PDU Type Definition	
PDU Name	: CR_PDU
PCO Type	: N-SAP
Encoding Rule Name	:
Encoding Variation	:
Comments	: The CR_TPDU type definition in ASN.1.
Type Definition	
SEQUENCE {type	OCTET STRING (SIZE (1..1)),
dst_ref	BIT STRING (SIZE (4..4)),
src_ref	BIT STRING (SIZE (4..4)),
variable_part	VARIABLE_PART, -- Reference to an ASN.1 type definition.
user_data	IA5String (SIZE (0..32)) OPTIONAL
}	
Detailed Comments:	

(그림 12) ASN.1의 PDU 타입 선언의 예

오류로 받아들여질 수 있는 부적절한 값들의 정의도 포함된다. 동적행위부는 실제로 시험 대상의 기능을 점검하기 위해 PDU를 주고 받는 동적 행위, 즉 시나리오를 기술한다. 이때 시험 시나리오는 프로토콜의 독립적인 기능을 점검할 수 있는 단위로 기술되며 이를 시험 항목이라 한다. 시험 항목은 고유의 시험 목적을 가진다.

2. 개요부

개요부는 인덱스와 페이지 번호로 구성된 사실적인 사항을 적는다. 이는 TTCN이 paper-oriented 언어였다는 것을 보여준다. 여기에는 표 차례와 시험 스위트의 설명 등을 포함하고 있으며, 이것의 중요한 목적은 시험 스위트가 좀더 명확해지고 읽기 쉽도록 설명하는 것이다. 시험 스위트의 이 부분은 전체 시험 스위트를 한 눈에 볼 수 있도록 도와준다.

3. 선언부

선언부에서는 타입, 변수, 타이머, PCO, 그리고 시험 구성요소 및 시험 스위트에서 사용되는 모든 타입을 선언하는 역할을 수행한다. 타입은 TTCN 또는 ASN.1 을 이용하여 선언되는데, 다른 언어에서의 타입 선언과 유사하다. 다만 TTCN이나 ASN.1에서는 그래픽 테이블을 이용한다는 점이 다르다. INTEGER와 같이 미리 선언되어 있는 타입과 사용

자가 정의한(user-defined) 타입 등을 조합하고 제한을 가함으로써 새로운 타입을 정의할 수도 있다. 그러나 TTCN이나 ASN.1에는 중요한 제약이 하나 있다. 즉, (그림 12)와 (그림 13)과 같이 포인터 타입이 지원되지 않으므로 타입을 직접적으로나 간접적으로 recursive하게 사용할 수 없다. (그림 12)에서는 PDU 타입 정의에 관한 예를 보여주고 있다. PDU는 앞서 설명한 바와 같이 프로토콜 스택에서 엔티티 사이에 주고 받는 데이터 패킷이다. (그림 13)은 ASP 타입 정의에 관한 예이다. ASP는 PDU를 포함하는 데이터 타입이므로 ASP와 PDU 모두는 특별한 PCO에 연결되어 있다.

선언부에서는 앞서 언급한 선언 타입이나 또는 기본적인 타입 중 하나로 시험 스위트에서 사용할 변수를 정의한다(그림 14). 또한 시험 스위트에서는 파라미터를 이용한 선언 방법도 이용하고 있는데, 파라미터는 시스템이 시작될 때 제공되는 정보이다(그림 15).

사용자는 시험 스위트 동작(test suite operations)에 관한 순차적 정의를 기술함으로써 TTCN 용어의 사용에서 벗어날 수 있다. 그러므로 dynamic TTCN이 잘 맞지 않거나 TTCN으로 간단히 수행되지 않는 동작이 있을 경우 이를 가능하도록 해준다(그림 16). 또한 이것은 두 개의 구조적 타입을 정의할 수 있도록 하거나 사용자의 상호작용이 가능하도록 해준다.

ASP Type Definition		
ASP Name : N_DATA request PCO Type : N-SAP Comments : This is the type definition of the N_DATA request ASP. It has a single parameter used to carry data.		
Parameter Name	ParameterType	Comments
user_data	PDU	The PDU metatype is used to indicate that outgoing (i.e. from LT) PDUs are embedded in this Network ASP
Detailed Comments:		

(그림 13) TTCN 의 ASP 타입 선언의 예

Test Case Variable Declarations			
Variable Name	Type	Value	Comments
count	INTEGER	0	This test case variable is used to count the number of PDUs sent and received.
Detailed Comments:			

(그림 14) 시험 항목 변수 선언의 예

Test Suite Parameter Declarations			
Parameter Name	Type	PICS/PIXIT Ref	Comments
it_address	IA5String	PIXIT question xx	Lower tester address
ut_address	IA5String	PIXIT question yy	Upper tester address
Detailed Comments:			

(그림 15) 시험 스위트 파라미터 선언의 예

PCO는 IUT에서 메시지를 송수신하는 연결 포인트로 정의될 수 있다(그림 17). 또한 PCO는 타입에 따라 그룹화될 수 있어서 여러 메시지를 공유할 수 있다. 그러나 추상적인 PCO를 연결시키는 매핑은 TTCN에서 언급될 문제는 아니다.

타이머는 (그림 18)과 같이 정의된다. 왜냐하면 이는 나중에 동적 행위부에서 사용되어야 하기 때문이다. TTCN에서는 타이머 이름 및 기간(duration)이 정의된다. 기간의 단위는 분(m), 초(s), 밀리초(milliseconds), 마이크로초(microsecond) 또는 피코초(picoseconds)이다. 기간은 default 값이며 동적행위부에서 실제 사용 시 중첩될 수 있다.

4. 제약부

제약부는 보내거나 받을 값을 기술하는 목적으로

Test Suite Operation Definition	
Operation Name	: INC (G: INTEGER)
Result Type	: INTEGER
Comments	: The INCrement operation.
Description	
<pre>int INC(i) int temp; { return (temp+ 1);/*return the incremented value of i. Note that i itself is not changed*/ }</pre>	
Detailed Comments:	

(그림 16) 시험 스위트 동작 정의

사용된다. 선언부에서 정의된 구조체 타입의 PDU나 ASP는 PCO에 보내지는 메시지를 기술하는 모델로 사용되었다. 제약부에 대한 표현방법도 역시나 TTCN이나 ASN.1을 이용한다. 전송 시의 인스턴스(instance)는 완전한 형태이어야 하지만, 수신 시

PCO Type Definition		
PCO Type	Role	Comments
N_SAP	LT	
X_SAP	UT	
Detailed Comments:		

(그림 17) PCO 선언 예

Timer Declarations			
Timer Name	Duration	Unit	Comments
Timer	1	S	Maximum response time
Detailed Comments:			

(그림 18) 타이머 선언의 예

에는 와일드 카드(wild card)나, 범위(range), 그리고 리스트(list)를 이용한 불완전한 형태로 정의되어도 상관없다. (그림 19)와 (그림 20)은 TTCN과 ASN.1 형태의 제약조건을 선언한 예이다.

5. 동적행위부

동적행위부에서는 실지 시험이 기술되는데, 이 부분에서는 모든 시험 항목과 시험 단계(test step), 그리고 시험 이벤트(test event)와 판정(verdict)에 해당되는 테이블을 포함한다. 즉, 이 부분에서는 시험 스위트의 실지 동작 모두를 기술한다. 동적행위부는 (그림 21)에서와 같이 계층적 구조로 만들어진다. 만들어지는 블록은 시험 그룹, 시험 항목, 시험 단계, 그리고 시험 이벤트이다. 시험 스위트에 얼마나 많은 시험 그룹이 포함되어야 하는지와 시험단계에 얼마나 많은 시험 이벤트가 포함되는지에 대한

제한은 없다.

6. 동작 테이블

동작 테이블(behavior table)은 tree 형태로 구성되며, 각 라인마다 서로 다른 사건을 정의한다. 만약 라인에 같은 들여쓰기(indentation)가 있다면 이는 또 다른 사건이 새로이 시작됨을 의미하고, 라인에 좀 더 깊은 들여쓰기가 있다면 이는 앞 사건의 연속을 나타낸다. 각 라인에서는 다음과 같은 항목이 기술된다.

- 전송 명령: 메시지를 전송할 경우의 명령
- 수신 명령: 메시지를 수신할 경우의 명령
- 지정: 값을 변수에 지정할 경우의 명령
- 타이머 동작: 타이머의 시작, 정지, 취소 때의 명령
- 타이머 종료 명령: 타이머가 종료되었을 경우의 명령
- Boolean operation: 수식의 참·거짓 판정

각 표에는 “판정”이 있는데, 여기에 “합격(pass),” “실패(fail),” “결정할 수 없음(inconclusive)”을 지정할 수 있다. “합격”은 시험 항목이 아무런 에러 없이 성공적으로 수행됨을 의미하고, “실패”는 에러가 발견되었음을 의미한다. 예를 들면 IUT가 미리 정한 규정을 수행하지 못했을 경우이다. “결정할 수 없음”은 IUT의 동작은 이상이 없으나, 판정을 확정할 수 없는 경우이다. 판정은 미리 주어지거나 아니면 나중에 지정되는데, 규약(specification)에서 유연성 있게 처리된다. 나중에 지정되는 판정은 시험 항목

ASP Constraint Declaration		
Constraint Name	: NDr(any_pdu: PDU)	
ASP Type	: N_DATA request	
Derivation Path	:	
Comments	: A constraint on the N_DATA request ASP.	
Parameter Name	Parameter Value	Comments
user_data	any_pdu	The actual PDU that is carried in the ASP is dynamically chained from the constraints reference.
Detailed Comments:		

(그림 19) TTCN 제약조건 선언의 예

ASN.1 PDU Constraint Declaration	
Constraint Name	: CR1
PDU Type	: CR_PDU
Derivation Path	:
Encoding Rule Name	:
Encoding Variation	:
Comments	: A constraint on the CR_PDU, using ASN.1 value notation.
Constraint Value	
{ type	'F10,
dst_ref	'0001'B,
src_ref	'0000'B,
variable_part	variable_part_CR1,
user_data	'Hello'
}	
Detailed Comments:	

(그림 20) ASN.1 형태의 제약조건 예

Dynamic Part
Test Cases
BasicCall
CallW
Test Step Library
ConnectPhones
Test CallWaiting
HangUpAllPhones
DisconnectWithSystem
DefaultsLibrary

(그림 21) TTCN 동적행위부 구조

을 종료시키고 자신의 판정 값을 반환한다. 그러나 미리 주어지는 판정인 경우에는 시험 항목을 종료시키지 않으며, 플래그로서 “pass,” “fail,” 또는 “inconclusive” 중의 하나를 가진다. 또한 이런 경우 시험 중에 판정이 조사된다. (그림 22)는 정상적인 호 연결에 관한 시험 항목의 예를 보여준다. ASP와 PDU가 송수신 될 때 조건절(constraint reference)을 포함한다. 송신의 경우 “!”를 사용하고 수신인 경우는 “?”를 사용한다. 이와 같은 동작 테이블의 내용은 다음과 같이 풀이된다[3, 4].

- ① Test case가 수화기를 든다. (LiftHook 명령 송신)
- ② Test case가 다이얼 톤이 들리는지 조사한다. (DialTone 수신)
- ③ 다이얼 톤이 들리면 디지털을 누른다. (Digit 명령 송신)

- ④ 발신음이 들리는지 조사한다. (CallTone 수신)
- ⑤ 발신음이 들리면 호가 연결되었는지를 조사한다. (LineConnect 수신)
- ⑥ 연결되어 있으면 통화를 하고 전화기를 내려놓고 판정을 “합격”으로 정한다. (DropHook 명령 송신)
- ⑦ 만약 발신음이 들리지 않으면 busy음이 들리는지 조사한다. (BusyTone 수신)
- ⑧ 그 음이 들리면 수화기를 내려놓고, 판정을 “결정할 수 없음”으로 정한다. (DropHook 명령 송신)
- ⑨ 만약 다이얼 음이 들리지 않으면, 판정을 “실패”로 정하고, 시험 항목을 종료한다. (NoTone 수신)

V. TTCN의 확장

통신 네트워크 분야에서 새로운 기술의 진화는 다양한 프로토콜과 다중 접속을 포함하는 새로운 서비스 정의를 요구하고 있으며, 이러한 프로토콜에 대한 시험 환경은 더욱 복잡하여, 기존의 TTCN으로는 멀티 파티, 망 성능, 그리고 실시간에 대한 시험 항목을 효율적으로 기술할 수 없다. 따라서 기존의 TTCN을 확장하여 멀티 파티나 불확정적인 요소를 갖는 프로토콜을 시험하기에 적절한 Concurrent TTCN과 실시간을 시험하기 위해 Real-time TTCN이 제안되고 있다.

TTCN과는 달리 병행 TTCN은 시험 항목을 실행할 때 하나 이상의 활성화된 시험 구성요소가 참여하며 모든 시험 구성요소는 병렬로 운용되고 조정 메시지를 교환함으로써, 그들의 행위가 조정된다. 병행 TTCN의 이점은 복잡한 시험환경에 대한 시험 항목 기술이 훨씬 용이해 진다는 데 있다. 반면에 시험 항목을 도출하고 확인하는 것은 더욱 어려워진다는 단점이 있다.

Real-time TTCN은 멀티미디어 서비스 등에서 요구하는 실시간 특성을 시험하기 위하여 시험 규격서에 가장 빠른 실행시간과 가장 늦은 실행시간을 명시하는 시간라벨을 명시하였다. 즉, Real-time TTCN은 기존의 TTCN보다 시간이름이나 시간단위를 명시하는 테이블이 추가되어 있고, 시험 항목의 동적

Test Case Dynamic Behaviour					
Test Case Name : Basic Concept Group : Purpose : Check that a normal Call connection can be established Configuration : Default : Comments : Selection Ref : Description :					
Nr	Label	Behaviour Description	CRef	Verdict	Comments
1		L!LiftHook			
2		L?DialTone			
3		L!Digits	CallSubscr2		
4		L?CallTone			
5		L?LineConct	ConnSubscr2		
6		L!DroopHook		P	
7		L?BusyTone			Correct Behaviour
8		L!DropHook		I	
9		L?NoTone		F	
Detailed Comments :					

(그림 22) 동작 테이블의 예

행위기술표(dynamic behavior description)에 가장 빠른 실행시간과 가장 늦은 실행시간을 알리는 “시간” 열(column)과 동일 레벨에 있는 사건의 시간을 보상해 주기 위한 “시간선택사항” 열이 추가되었다.

VI. TTCN 동향 및 결론

앞서 언급한 바와 같이, 적합성 시험에 사용되는 TTCN은 국제표준기구에서 통신시스템의 적합성을 시험하기 위한 도구로 추천되었다. 그러나 통신시스템(또는 프로토콜) 이외에도 TTCN은 일반적인 프로토콜이나 시스템을 검증하는 용도로도 많이 사용되고 있다. TTCN과 함께 자주 거론되는 것이 통신시스템의 구현 및 시뮬레이션 부분에서 많이 사용되는 명세 및 기술언어(Specification and Description Language: SDL)가 있다. SDL에 의해 시뮬레이션이 끝나면 적합성 시험을 위하여 TTCN 변

환 틀이 호출되며, 여기서 시험 환경을 자동으로 만들어 준다. 현재 SDL 및 TTCN에 관한 응용 소프트웨어들이 많이 출시되어 있다. Shareware로서는 EPSILON, QUEST, SDLite, SITE, Stoht 등이 있고, 상용 틀을 공급하는 회사로서는 CATT, Kvatro Telecom, SINTEF Telecom and Informatics, Cinderella, Telelogic, CS VERILOG 등이 있다[5-8].

본 논문에서는 ISO/IEC 9646-3 규격, 적합성 시험에 관한 정의, 필요성, 용어, 그리고 시험방법에 대해 살펴보았다. 또한 적합성 시험을 통과한 후에 실시되는 상호 운용성 시험에 관해서도 살펴보았으며, 적합성 시험을 위한 두 가지 중요한 문서—PICS와 PIXIT—에 관해서도 알아보았다. 마지막으로 적합성 시험의 표준화된 표기법인 TTCN에 대한 정의, 구조, 그리고 활용 예에 관해서도 간단히 살펴보았다. TTCN 문법에 대한 내용은 자세히 다루지 않았으므로 다른 참고자료를 이용하기 바란다.



참고 문헌

- [1] 박용범 외 1인, "TTCN을 사용한 추상 시험 스위트 작성," 정보처리논문지, Jan. 1998, pp. 128 - 136.
- [2] 정윤희 외 2인, "CPAAL 3/4 계층의 프로토콜 적합성 시험 기능 개발," 한국통신학회 추계 종합 학술발표회 논문집, Nov. 1996, pp. 793 - 796.
- [3] Introduction to Conformance Testing, TTCN and ITEX, Telelogic AB, 1999.
- [4] Course on simulation and C-code Generation Technique, Telelogic AB, 1995.
- [5] <http://www.sdl-forum.org/>
- [6] <http://www.telelogic.com/>
- [7] <http://www.webproforum.com/ttcn/index.html>
- [8] <http://islsun20.snu.ac.kr/technology/education/>