

국방 상호운용성 시험 표준기술

김영구 | 조병인*

(주)솔빛시스템, *국방과학연구소

요 약

본고에서는 국방 무기체계 상호운용성 시험을 위한 표준 기술 중 하나인 TTCN-3(Testing and Test Control Notation version 3)에 대해 소개하고, 국방 분야 적용 방안을 제시한다.

1. 서 론

상호운용성(interoperability)이란 두 개 이상의 개체(entity)가 어떤 기능 혹은 임무를 수행하기 위하여 정보를 교환 또는 공유하거나 협력하는 정도를 나타내는 용어이다. 상호운용성을 바라보는 시각은 적용 분야에 따라 다양할 수 있으나, 본고에서는 통신 프로토콜과 관련한 분야의 표준 기술을 소개하려 한다.

현대전에 네트워크중심전(NCW: Network Centric Warfare)의 개념이 도입되면서, 전장에서 운용 중인 다양한 체계들 간의 정보교환이 전쟁 수행 능력에 있어 필수적인 요소가 되었고, 체계간 상호운용성이 국방 분야에서 중요하게 인식되어 가고 있다[1].

우리 군은 상호운용성의 중요성을 인식하고 상호운용성 보장을 위한 기틀을 마련하고 있다. 국방부의 '국방전력발전업무훈령' [2] 및 '국방 상호운용성 관리훈령', 합참의 '상호운용성 적용 및 평가지침서', 방위사업청의 '상호운용성 관리지침' [3] 등의 문서는 상호운용성 보장을 위한 구체적인

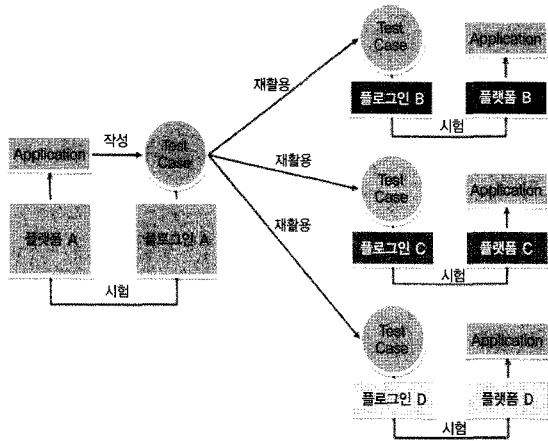
방식들을 제시하고 있다.

이를 기반으로 우리 군의 상호운용성 분야는 많은 발전이 이루어지고 있다. 방위사업청의 '상호운용성 관리지침'에 의하면 개발 중인 체계에 대한 상호운용성 수준을 평가하는 도구로서 국방과학연구소에서 개발한 SITES (Systems Interoperability Test & Evaluation System)를 사용하도록 규정하고 있다. 그러나 SITES는 체계에 대한 직접적인 시험을 통해 상호운용성을 평가하는 것이 아니라, 체계에 대한 산출물(문서)을 기반으로 체계가 가질 것으로 예상되는 상호운용성 수준을 사전에 평가하는 도구이다[4].

국방과학연구소에서는 체계에 대한 사전 평가뿐 아니라 소프트웨어 모듈 개발 후 직접적인 시험을 통해 상호운용성을 평가하기 위한 기술 및 도구를 확보하기 위해 '무기체계 소프트웨어 상호운용성 평가 기술' 사업을 진행 중에 있다.

시험기술의 표준화는 체계를 개발함에 있어서 상호운용성 및 개발 효율 향상을 위해 필수적인 요소이다. 지금까지 통상적으로 체계를 개발한 회사에서 체계를 시험하기 위한 시스템도 함께 개발하기 때문에 해당 체계를 시험하는 데에는 문제가 없었다. 하지만, 다른 회사에서 개발한 체계와 연동하여 시험하고자 할 때에는 각 체계를 위한 시험 시스템이 서로 달라서, 상호운용성 시험을 위한 시스템을 구축하고자 할 때 기존의 시험 시스템을 곧바로 활용하지 못할 뿐만 아니라, 새로운 시험 환경으로 커스터마이징 하는데 많은 어려움을 겪게 된다. 또한 시험 시스템이 표준화되어 있지 않아 시험 시스템 개발업체의 자체 표준으로 제작될 경우, 유사한 시험 항목임에도 불구하고 기존 시험 시스템을 재활용하지 못하고 고가의 시험 시스템을 새로 도입해야 하는 경

우가 발생할 수 있다. 이러한 문제는 시험 시스템의 개방성 및 확장성이 부족한 경우에 발생하는 문제이다. (그림 1)은 개방성과 확장성이 있는 시험 시스템의 활용을 도식적으로 나타낸다.



(그림 1) 시험 시스템의 개방성 및 확장성

또한 시험 시스템이 갖추어야 하는 일반적인 요구사항으로 자동화 시험지원, 플랫폼 독립성, 테스트 케이스의 재활용성 등을 들 수 있으며, 이러한 요구사항을 수용하기 위해 민간 부문에서는 이미 오래 전부터 시험 분야에 대한 표준화를 진행하고 있다.

본고에서는 상호운용성 평가를 위한 기술로서 시험기술의 표준화에 대해 사례와 함께 살펴보고자 한다.

II. 시험 표준기술¹⁾ : TTCN-3

1. 상호운용성 시험 관련 표준화 동향

일반적으로 상호운용성 평가와 관련된 시험은 크게 표준 적합성 시험과 상호운용성 시험으로 구분할 수 있는데, 두 시험은 유사한 성격을 가지고 있는 반면, 실제 적용에 있어서는 차이점이 있다. 표준적합성 시험은 구현된 어떤 시스

템이 구현의 기준이 되는 명세에 대하여 올바르게 구현되었는가를 시험한다. 그러나 상호운용성 시험은 구현된 두 개 또는 그 이상의 시스템이 정보를 상호 교환하는데 문제가 없는지를 측정하는 것이다. 일반적으로 표준적합성 시험에는 제약이 따르는데, 첫째, 명세가 불완전하거나 오류가 포함되어 있어, 시스템들이 상호 운용되지 않을 수 있고, 둘째, 명세가 완전하고 무결하다고 하여도 시간, 메모리의 제한된 자원 그리고 적합성 시험의 방법론적 한계에 의하여 완전한 적합성 시험이 불가능한 경우가 종종 있다[5].

따라서 표준적합성은 상호운용성을 확보하기 위해 필요한 조건이기는 하지만 충분한 조건은 되지 못한다. 또한, 상호운용성을 만족한다고 해서 해당 시스템들이 표준적합성을 보장한다고 말할 수 없으므로, 표준적합성과 상호운용성 시험은 상호 보완적으로 필요하다[6].

현재 여러 국제 표준 단체에서 표준적합성 및 상호운용성 시험을 위한 시스템 구축 도구로서 인정받고 있는 TTCN(Testing and Test Control Notation)은 1984년 ISO/IEC의 JTC1/SC21과 CCITT SG VII에서 OSI 표준적합성 시험 방법론 및 프레임워크에 관한 작업의 일부로서 시작되었다. 이후 다양한 요구사항을 반영, 지속적으로 발전하여 현재의 TTCN-3(TTCN Version 3)에 이르렀다. TTCN-3는 1998년 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)의 STF(Special Task Force) 133 및 156에 의해 시작되어 2000년 10월에 완성되었다. 2000년 10월에 ETSI에 의해 승인된 TTCN-3는 이후 ITU-T에 Z.140 시리즈로 제출되어 2001년 7월에 Z.140 및 Z.141로 승인되었다[7].

2. TTCN-3의 장점

TTCN-3의 장점 중 몇 가지를 열거하면 다음과 같다.

- 미래 보장성
- 개방성과 확장성
- 사용자 편의성
- 다양한 시험 지원

TTCN-3는 국제적 시험 표준으로 미래 보장성이 있다. 즉, 국제 표준기구에 의해 관리되고 있으므로 앞으로도 지속성이 보장되며, 계속적으로 제기되는 시험 요구사항에 맞추어 표준도 업데이트 되므로 현재 작성된 테스트 케이스 및 시험 시스템의 향후 활용 가능성을 보장받게 된다.

01_ 시험기술 표준화 및 TTCN-3 관련 내용 및 그림은 [11]의 자료를 인용하였다.

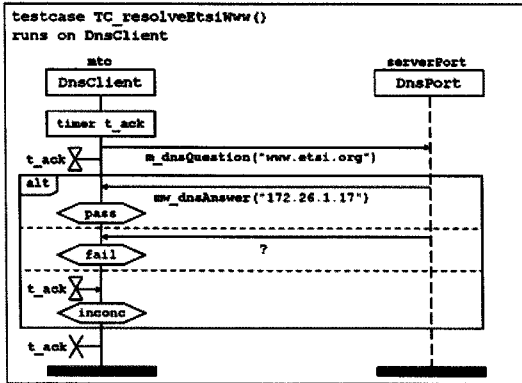
TTCN-3로 작성한 테스트 케이스는 개방성과 확장성을 국제적 범위에서 보장받을 수 있다. TTCN-3 표준을 따르는 테스트 케이스라면 외국의 무기체계에 적용된 테스트 케이스나 민간의 범용 테스트 케이스를 우리 군의 무기체계에도 적용할 수 있다는 것이다.

TTCN-3 Core Language

```

testcase TC_resolveEtsiIwW() runs on DnsClient
{
  timer t_ack;
  serverPort.send(m_dnsQuestion("www.etsi.org"));
  t_ack.start(1.0);
  alt {
    [] serverPort.receive(mv_dnsAnswer("172.26.1.17")) {
      setverdict(pass);
    }
    [] serverPort.receive { // any other message
      setverdict(fail);
    }
    [] t_ack.timeout {
      setverdict(inconc);
    }
  }
  t_ack.stop;
}
    
```

TTCN-3 GFT



(그림 2) 텍스트 언어와 등가적인 GFT

TTCN-3는 사용자 편의성을 위해 테스트 케이스를 도식화하는 표기법인 GFT(Graphic representation Format)을 정의하고 있다. 이것은 테스트 케이스를 개발하는 개발자뿐만 아니라 테스트를 수행하는 운용자도 쉽게 시험의 내용을 이해할 수 있도록 해 준다. 뿐만 아니라 (그림 2)에 보인 바와 같이, GFT와 텍스트 형식은 상호 호환성이 있어서 테스트 케이스에 대한 전문적 지식이 없는 사람도 간단한 수정을 통해 테스트 케이스를 수정하여 실행해 볼 수 있다. 테스트 케이스 개발자는 테스트 케이스가 실행될 환경이나 체계에

대한 깊은 지식이 없어도 테스트 케이스를 개발할 수 있으며, 컴파일 과정을 통하여 테스트 케이스 자체에 있는 오류를 검출할 수 있어서 실패 비용을 줄일 수 있다.

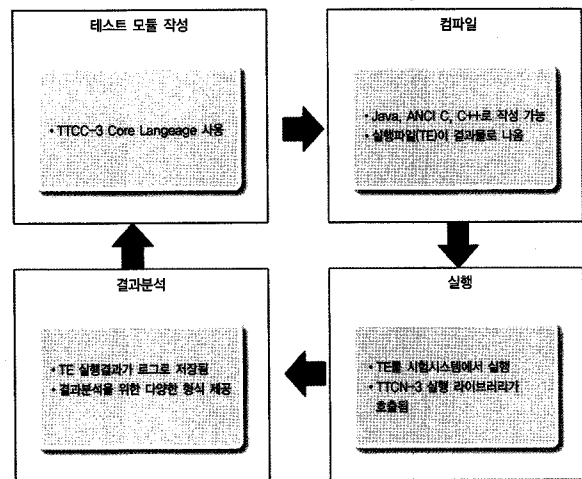
TTCN-3는 기능 시험, 표준적합성 시험, 확장성 시험, 상호운용성 시험, 부하 시험 등 다양한 시험을 기술하는데 적합한 시험 언어를 제공한다. 특히 구문이 잘 정의되어 있고, 동적 분산 테스트를 지원하는 등 시험에 관련된 우수한 특징들을 많이 가지고 있다.

TTCN-3의 테스트 케이스는 동적 분산 테스트가 가능하다. 시험대상 체계가 시험 중에 시험 시스템 및 다른 여러 시스템과 데이터를 교환해야 할 때, 테스트 케이스 내에 해당 시스템들의 동작을 기술하여 시험대상 체계와 데이터를 교환할 수 있도록 지원한다.

마지막으로 TTCN-3는 자동화 시험이 가능하도록 준비하고, 효율적으로 자동화 시험을 수행할 수 있는 기능을 가지고 있다.

3. TTCN-3 기반 시험 수행 절차

시험을 수행하는 절차는 그림 3과 같다. 먼저 TTCN-3 Core Language를 이용해 테스트 모듈을 작성한다. 다음으로 TTCN-3 컴파일러를 이용해 컴파일하여 TE(Test Executable)를 생성한다. TE는 Java, ANCI C, C++ 형태가 가능하다. 다음으로 TE를 시험 시스템에서 실행한다. 이때 실행 라이브러리가 호출되어 TE와 연결되어 동작한다. 마지막으로 TE



(그림 3) TTCN-3 기반 시험 수행 절차

가 실행하면서 남긴 로그를 이용해 결과를 분석하고 필요하다면 테스트 모듈을 수정한다.

4. TTCN-3 시험 시스템 구조

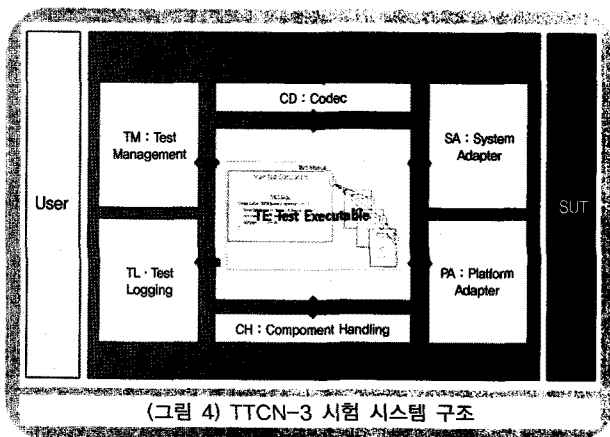
TTCN-3에서 정의하는 시험 시스템 구성은 (그림 4)와 같다. 개발자가 작성한 테스트 케이스를 컴파일하여 생성된 TE를 이용하여 시험을 수행하기 위해서는, TE가 다양한 인터페이스를 통해 사용자 및 시험대상체계(SUT: System Under Test)와 연결되어야 한다. 이를 위해 TTCN-3에서는 6가지 표준 인터페이스를 정의하고 있다.

TTCN-3 인터페이스는 크게 TRI(Test Runtime Interface)와 TCI(Test Control Interface)로 구분된다. TRI에 해당하는 인터페이스는 다음과 같다.

- SA(System Adapter): 시스템의 포트를 생성하고 TE의 TTCN-3 포트와 매핑하고, 메시지를 전달하는 등의 역할을 한다.
- SPA(Platform Adapter): TE에서 사용하는 외부 함수를 제공한다. 타이머라든가 체크섬 같은 시스템의 기능을 TE가 사용할 수 있도록 해 준다.

TCI에 해당하는 인터페이스는 다음과 같다.

- SCD(CoDec interface): TE에서 생성된 논리적 메시지를 실제 시스템이 사용하는 메시지로 인코딩 하는 기능을 제공한다.
- SCH(Component Handling interface): 분산 시험 시스템에서 컴포넌트 간의 통신을 위한 인터페이스이다.
- STM(Test Management): 시험을 관리하기 위한 인터페이스이다. 사용자가 시험 모듈을 작성하고, 테스트 케이스를 실행할 수 있는 도구를 제공한다.



(그림 4) TTCN-3 시험 시스템 구조

스를 실행할 수 있는 도구를 제공한다.

- STL(Test Log): 로그를 수집하기 위한 인터페이스로 TE가 생성하는 시험 로그를 수집하여 처리하는 역할을 한다.

5. TTCN-3 활용 시험 예

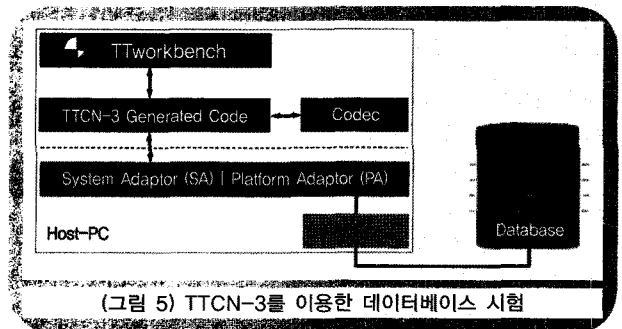
TTCN-3 시험 시스템의 구조는 정보통신, 자동차, 국방, 철도, 금융 등 다양한 분야의 시험에 활용이 가능하도록 설계되어 있다.

(그림 5)는 TTCN-3 기반의 시험 시스템 구축 환경을 제공하는 상용제품(TTworkbench)을 사용하여 TTCN-3를 활용한 시험 예로서, JDBC(Java Database Connectivity)를 활용하여 데이터베이스를 액세스하고 테스트 케이스에서 활용하는 방법을 설명하고 있다.

시험 시스템이 설치된 컴퓨터에 JDBC가 설치되어 있다면, JDBC를 구동할 수 있는 PA를 통해 데이터베이스를 액세스할 수 있다. 이때, JDBC는 TTCN-3와는 무관한 것으로 JDBC를 구동하기 위한 PA만 마련하면, TTCN-3 테스트 케이스 안에서 SQL을 사용하여 데이터베이스 시험이 가능하다. 시험 시스템 내의 여러 컴포넌트들도 상호독립적으로 데이터베이스에 접근할 수 있기 때문에 확장성 있는 데이터베이스 시험이 가능하다.

이외에도 다양한 인터페이스를 활용하여 다양한 분야의 시험이 가능하다. 다음은 그 중 몇 가지 예를 나타낸 것이다.

- SFTP, SCP(Secured Copy Protocol), HTTP, UDP, TCP를 이용한 시험
- SCAN(Controlled Area Network), Ethernet, GPIB(General Purpose Interface Bus), RS232 인터페이스 제공



(그림 5) TTCN-3를 이용한 데이터베이스 시험

- SMOST(Media Oriented Systems Transport) 및 TLS(Transport Layer Security) 기반 통신 지원
- SASN.1 및 UML로부터 테스트 케이스 생성 지원

이에 더하여 다양한 어플리케이션에 바로 적용 가능한 테스트 케이스들도 상용화 되어 있다. 예를 들어 WiBro, WiMAX, 3G, LTE, IPv6, SIP, Voice Quality 등을 시험할 수 있는 테스트 케이스들이 있다. 특히 Voice Quality 테스트 케이스와 같은 경우, 시뮬레이션을 이용한 모의환경을 사용함으로써, 모의환경으로 제어된 통화 음질을 통화품질점수로 측정하는 것이 가능하다.

III. 국방 분야의 TTCN-3 적용사례

이 장에서는 국방 사업에 TTCN-3가 적용된 사례를 기술한다. 먼저 해당 사업에 대해 간단히 알아보고 난 후, TTCN-3를 사업에 적용한 구체적인 방법에 대해 기술한다.

1. '무기체계 소프트웨어 상호운용성 평가 기술' 사업 개요(10)

합동/연합 작전의 소요 증가에 따라 상호운용성 확보 여부가 작전의 성공 여부를 가름하게 되었고, 이에 따라 무기체계 소프트웨어에 대한 상호운용성 평가 기술 및 도구 개발에 대한 수요가 증가하게 되었다. 또한 향후 체계 발전을 고려했을 때, 탐지 및 타격체계에 이르는 전 영역의 상호운용성 평가가 가능하며, 신규 무기체계 및 기술에 대한 시험평가가 가능하도록 확장성/통합성을 갖춘 시험도구의 개발이 요구되고 있다.

이러한 요구에 따라 국방과학연구소에서는 '09년부터 '무기체계 소프트웨어 상호운용성 평가기술'이라는 핵심기술 연구개발사업을 통해 전술데이터링크를 사용하는 무기체계에 적용할 수 있는 상호운용성 평가 도구를 개발하고 있다.

이 사업은 기 운용 중인 상호운용성 수준평가 도구인 SITES에 대해 기능을 확장하여 개발 중인 무기체계 소프트웨어의 상호운용성 수준을 측정할 수 있는 수준평가 도구와 완성된 무기체계 소프트웨어들의 상호운용성을 시험하기

위해 전술데이터링크 전문에 대한 표준적합성 및 체계간 상호운용성 시험을 수행할 수 있는 시험평가 도구를 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

(그림 6)은 평가 단계에 따른 상호운용성 평가도구의 운영 개념을 보여주고 있다. 상호운용성에 대한 평가도구는 상호운용성 수준을 평가하는 수준평가 도구와 상호운용성에 대한 시험을 수행하는 시험평가 도구로 구분하며, 세부적으로는 시험평가 도구를 시험 목적에 따라 표준적합성 시험평가 도구와 체계간 상호운용성 시험평가 도구로 구분한다.

시험평가 도구 개발을 위해 적용된 연구개발 전략은 다음과 같다.

- S국제표준 시험언어(TTCN-3)를 적용한 시험평가 도구
- SEclipse를 활용한 시험평가 도구의 통합
- S다중인터페이스 연동기를 활용한 표준 인터페이스 활용
- SHLA/RTI를 통한 시험평가 도구간 연동

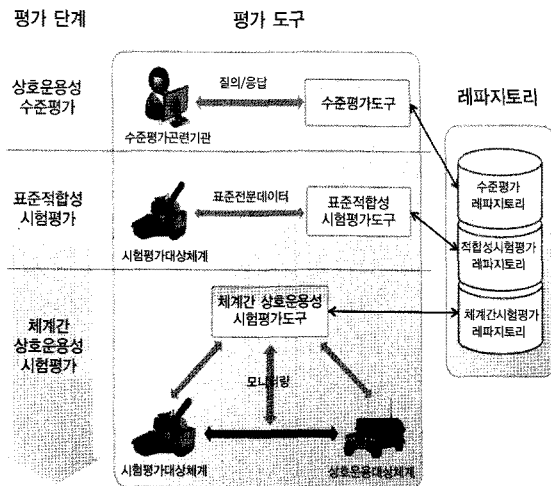
시험평가 도구는 TTCN-3 시험 시스템 구조를 기반으로 설계되었으며, TTCN-3 구조를 지원하는 상용제품(TTworkbench)의 기능과 별도 개발한 기능을 Plug-in 형태로 결합시키기 위해 Java 통합개발환경인 Eclipse를 활용하여 개발된다.

2. TTCN-3 적용 사례

'무기체계 소프트웨어 상호운용성 평가기술' 사업에서는 TTCN-3를 시험평가 도구 개발을 위한 기반 기술로 채택하였다. 이 사업에서는 앞에서 언급한 TTCN-3 기반 시험 방법론을 채택하여 시험을 수행하도록 상호운용성 시험평가 도구를 설계하였다.

(그림 7)에서와 같이 시험평가 도구는 하부에 TTCN-3 구조를 그대로 채택하여 사용하고 있다. 이 구조는 (그림 4)의 표준 TTCN-3 시험 시스템의 구조와 동일하다. 시험평가 도구는 그 구조 위에서 시험평가 도구 고유의 요구사항을 위한 인터페이스를 개발하도록 설계되었다. 시험평가 도구의 인터페이스가 제공하는 기능으로는 시험평가 통제, 시험상황 도시, 환경설정, 결과분석, 시나리오 저작, 데이터 관리 등이 있고, 별도의 레포지토리를 갖추고 있다[10].

이 모든 기능들은 TTCN-3가 제공하는 표준 인터페이스를 기반으로 동작한다. 현재 시험평가 도구의 인터페이스는 상



(그림 6) 상호운용성 평가도구 운영개념

용제품인 Ttworkbench을 활용하여 구성하였으나, TTCN-3에 기반한 제품이라면 어떤 제품을 사용하여도 구성이 가능하도록 설계되어 있다.

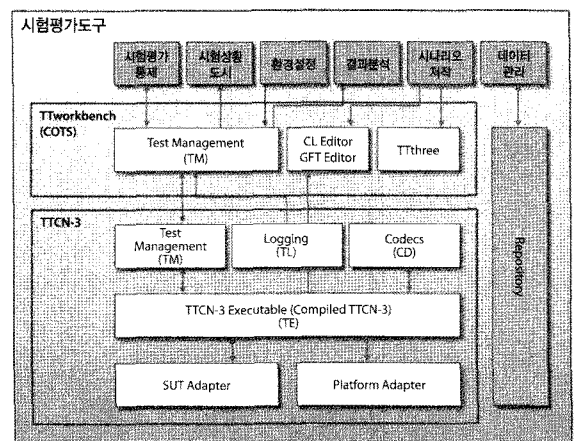
시험평가 도구 개발에서 TTCN-3의 인터페이스가 활용된 기능 중 대표적인 것은 다음과 같다.

- 시험평가 도구는 상호운용성 시험을 위해 시험관리를 위한 기능이 필요하다. 시험 시작과 종료의 동기화를 위한 시험대상체계(SUT) 간 통제, 시험준비를 위한 환경설정, 시험 상황에 대한 실시간 정보제공 등과 같은 요구사항들을 구현하기 위하여 TTCN-3의 TCI인 TM 및 TL을 활용하였다. TTCN-3의 TCI 표준에 의해 생성된 정보가 Ttworkbench의 시험관리 모듈을 통해 외부로 전달된다. 시험평가 도구는 이 정보를 분석하여 시험평가 통제, 시험상황 도시, 환경설정 등에 사용한다.
- 시험평가 도구는 시험결과를 실시간 GFT 형태로 보고서 형태로 생성하기 위해 TTCN-3의 TL 인터페이스를 사용하였다. TTCN-3의 TL 인터페이스로부터 Ttworkbench에 전달된 로그를 분석하여, 사용자 요구사항에 적합한 결과를 도시할 수 있도록 설계하였다. 그림 8은 시험평가 도구의 시험상황 도시 화면이다.
- 시험평가 도구는 자체적인 레포지토리를 가지도록 설계되었다. 레포지토리는 TTCN-3 테스트케이스나 기타 정보를 저장하도록 되어 있다. 하나의 무기체계를 위해 개발된 테스트케이스들은 레포지토리에 저장되었다가, 향

후 유사한 무기체계의 시험에 재활용될 수 있다

- 시험평가 도구가 적용될 무기체계의 전문을 변환하기 위해 CD 인터페이스에 해당하는 코덱을 개발하여 활용하였다. 한번 개발된 코덱은 동일 표준 전문을 사용하는 다른 체계의 시험에 그대로 활용될 수 있다.

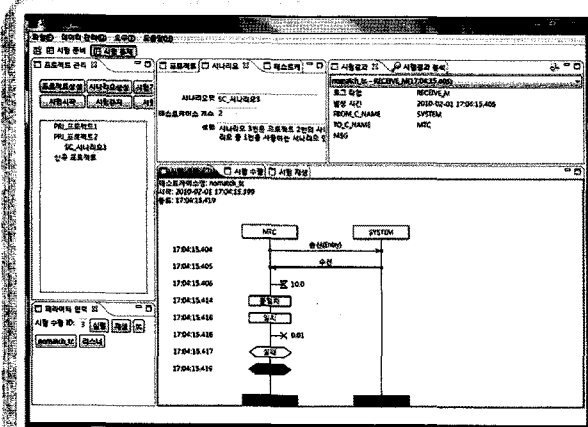
이와 같이 시험평가 도구는 시험하고자 하는 무기체계가 사용하는 전술데이터링크 전문에 대해 코덱과 테스트 케이스만 개발하면 시험이 가능한 구조를 가지고 있다.



(그림 7) 상호운용성 시험평가 도구 구조

IV. 결 론

향후 무기체계 상호운용성 시험을 위한 표준화는 더욱 중요해질 것으로 예측할 수 있다. 표준화를 통해, 시험 시스템의 개발업체 의존성을 가급적 탈피하고, 시험 시스템을 구축하고 유지 보수하는 비용을 줄일 수 있게 될 것이다. 그리고 상호운용성 평가의 주체가 개발업체에서 전문 평가기관으로 바뀌게 된다면, 시험평가 체계의 객관성 및 전문성을 확보하고, 시험평가의 품질향상을 도모하게 될 것이다. 특히 표준화된 테스트 케이스가 축적되는 효과를 얻을 수 있어 우리 군 무기체계 개발에 있어 기술향상을 도모할 수 있을 것이다. 이러한 모든 것들은 상호운용성의 향상과 무기체계 획득 비용의 절감으로 나타날 것으로 기대된다.




(그림 8) 시험평가 도구의 시험상황 도시

참 고 문 헌


- [1] 박헌규, “합참의 NCW 구현을 위한 상호운용성 업무추진 방향”, 합참지 제32호, 2007.
- [2] 국방부, “국방전력발전업무훈령, 국방부훈령 제1252호”, 2010.
- [3] 방위사업청, “상호운용성 관리지침, 지침 2009-62”, 2009.
- [4] 조병인 외, “내장형 SW 상호운용성 수준평가 기술 연구”, 국방과학연구소 기술보고서, 2009.
- [5] 강성원 외, “소프트웨어 상호운용성 시험 체계와 방법론”, 한국정보과학회논문지, 2004.
- [6] RandallSteve, “Interoperability Testing in ETSI”, 2nd ITU-T Informal Workshop on Conformance and Interoperability Testing, 2006.
- [7] ITU, “The Evolution of TTCN”, <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com07/>
- [8] TTCN-3, “TTCN-3 Applications.” Sophia-Antipolis Cedex? : <http://www.ttcn-3.org/ApplicationAreas.htm>, 2010.
- [9] Testing Technologies Inc, “TTworkbench”, <http://www.testingtech.com>, 2011.
- [10] 박철민, “자동화도구를 활용한 상호운용성 시험평가.” 제4회 국방상호운용성 세미나, 2010.

[11] 솔빛시스템, “국방 SW 품질 및 상호운용성 증진을 위한 시험 시스템 표준화 방안”, 한국통신학회 국방IT융합연구회 창립기념 워크샵, 2010.

약 력



1986년 한양대학교 전자통신공학과 공학사
 1988년 한양대학교 대학원 전자통신공학과 공학석사
 1988년 ~ 1997년 LG정보통신 신입연구원
 1997년 ~ 2001년 LG텔레콤 책임연구원
 2003년 ~ 현재 예측기술 / 솔빛시스템 대표이사
 관심분야 : M&S(Modeling & Simulation), 표준적합성/상호운용성 시험, TTCN-3



1984년 동국대학교 이학사
 1986년 외국어대학교 전산학석사
 2000년 미) 일리노이주공대 전산학박사
 1986년 ~ 1999년 국방장보체계연구소 연구위원
 2000년 ~ 현재 국방과학연구소 책임연구원
 관심분야 : 상호운용성, C4I M&S

