TTCN-3 적합성 시험 언어를 이용한 IEC61850 상호 연동성 시험기 개발

The Development of Interoperability Tester for the IEC 61850 based on TTCN-3

송 병 권*, 이 숙 희*★
Byung-Kwen Song*, Suk-Hee Lee*★

Abstract

TTCN-3(Testing & Test Control Notation Version 3) is the international standard testing language defined by ETSI in 2001. TTCN-3 is generally used for protocol conformance test, but it is also possible to be applied to the platform and API tests based on CORBA. Moreover, it can be also applied to the various testings such as interworking testing, repetition testing, platform testing, etc. IEC 61850 is the protocol proposed for SAS(Substation Automation System) of SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition) system.

In this paper, a IEC 61850 interoperability Tester based TTCN-3 is developed under the Window environment. IEC 61850 Server Simulator of Linux operating system is used as SUT(System Under Test). Conformance testing items in this paper are the Positive test case_Srv5 of "Server, Logical device, Logical node, and data model" in the testing group of "IEC 61850 - Part10" document.

요 약

TTCN-3(Testing & Test Control Notation Version 3)은 2001년 ETSI에서 표준화한 국제 표준 테스트 언어이다. TTCN-3은 프로토콜 적합성 시험에 일반적으로 사용하고, 특정 부분의 모듈이나, CORBA 기반의 플랫폼 및 API 시험 등에 적용이 가능하다. 또한 적합성 시험뿐만 아니라 연동 시험, 반복 시험, 플랫폼 시험 등의 다양한 시험에 적용이 가능하다. IEC61850 은 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition) 시스템에서 SAS(Substation Automation System)를 위해 제안된 프로토콜이다.

본 논문에서는 TTCN-3 적합성 시험 언어를 이용하여 IEC 61850 상호 연동성 시험기를 Windows 환경에서 구현하였다. SUT(System Under Test)로는 리눅스 운영체제 기반의 IEC61850 Server Simulator를 사용하였다. 본 논문에서 시험한 적합성 시험 항목은 "IEC61850 - Part10" 문서의 테스트 항목들 중 "Server, Logical device, Logical node, and data model"의 Positive test case_Srv5 항목을 시험하였다.

Key words : TTCN-3, Conformence test, IEC 61850, SCADA

Ⅰ. 서론

TTCN-3(Testing & Test Control Notation Version 3)은 국제 표준화 기구 ITU-T(International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector), ISO/IEC(International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission), ETSI(European

* 서경대학교 전자공학과
★ 교신저자(Corresponding author)
서경대학교 컴퓨터과학과
※ 본 연구는 서울시 산학연지원센터 중소기업제품개선지원사업(과제번호:JP090954M092981) 연구비로 수행되었음
接受日:2010年 09月 03日, 修正完了日: 2010年 09月 29日

Telecommunications Standards Institute) 등에서 적합성 시험 규격 작성을 위해 사용하는 테스팅 언어이다. TTCN-3은 프로토콜 적합성 시험에 일반적으로 사용하며, 특정 부분의 모듈, CORBA(Common Object Request Broker Architecture) 기반의 플랫폼 및 API 시험 등에 적용이 가능하다[1][2].

SCADA 시스템은 통신 경로상의 아날로그 또는 디지털 신호를 이용하여 원경장치의 상태 정보 데이터를 RTU(Remote Terminal Unit)로 수집하고 이를 저장, 표시하며, 이를 바탕으로 중앙 제어 시스템에서 원격 장치를 감시 제어하는 시스템이다. SCADA 시스템의 대표적인 통신 프로토콜로 DLMS(Device Language Message Specification)[3], DNP(Distributed Message Specification)3.0[4][5][6], IEC(International Electrotechnics Commission)-61850[7]이 사용된다.

본 논문에서는 TTCN-3 적합성 시험 언어를 이용하여 IEC 61850에 대한 상호 연동성 시험기를 Window환경에서 구현하였다.

이에 시험 항목은 "IEC 61850 - Part10"문서에 명세된 적합성 시험 테스트 항목들 중 "Server,Logical device,Logical node, and data model"의 Positive test cases_Sr5 항목을 시험하였다[8].

II. 본론

1. TTCN-3

TTCN(Tree and Tabular Combined Notation)은 1980년 중반부터 연구에 착수하여 1992년 ISO와 ITU에 의해 표준화 되었다.

TTCN-2에서는 동시성 메커니즘뿐만 아니라 시험 요소들의 재사용성을 향상시키기 위한 모듈화 및 패키지 개념이 도입되었으며, 복잡한 메시지 구조를 정의하기 위한 ASN.1 엔코딩 기능이 추가되었다. 이 연구의 결과는 1998년에 ISO/IEC와 ITU-T에 TTCN Version 2로 표준화 되었다. TTCN-2는 ISO 기반 프로토콜을 대상으로 하였고 이동 통신 프로토콜, 인터넷 프로토콜의 적합성 시험 절차를 작성하기에 많은 문제가 대두되었다. 특히 적합성 시험 외, 연동성 시험, 반복 시험, 플랫폼 시험 등에는 적용이 곤란하였다. 또한 모듈 시험, CORBA 기반 플랫폼 시험, API 시험 등에도 적용이 가능한 일반적 시험 방법론의 표준화에 대한 요구가 높아졌다[2].

TTCN-3은 2001년 TTCN-2의 기능을 대부분 수용하고 개선 및 추가 하여 'Testing and Test Control Notation Version 3' 이라는 새 이름으로 표준화되었다[2].

가. TTCN-3 구성과 표현 방식

TTCN-3의 구성은 Core Language를 중심으로 다양한 데이터 지정 방식과 표현 방식을 가진다. (그림 1)에서와 같이 ASN.1 및 다양한 데이터 타입과 값을 지정할 수 있으며, 표 형식, 그래프 형식, 사용자 지정 형식으로 상호 변환이 가능하도록 되어있다[9].

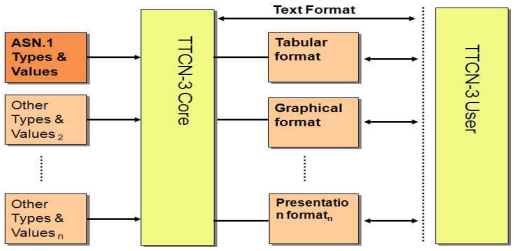

Fig 1. TTCN-3 presentation formats
그림 1. TTCN-3 표현 형식

나. TTCN-3 시험 구성 구조

시험 구조란 시험 요소들이 상호 연결된 구조와 시험 시스템의 외부 인터페이스로 정의되어 진다. TTCN-3의 개념적 시험 구성 구조는 (그림 2)로 나타낼 수 있다. 반드시 하나의 시험 구성에는 하나의 MTC(Master Test Component)가 있으며, 다른 시험 요소는 PTC(Parallel Test Component)가 있다. MTC는 각 시험 항목의 실행 시 자동으로 생성되며, 시험 항목에서 정의한 절차가 이 요소에서 실행된다. PTC는 시험 항목의 실행 중 "create" 명령어를 만나면 동적으로 생성된다. MTC, PTC는 SUT(System Under Test)와 통신하기 위하여 포트(Port)가 필요하다.Port는 Real Test System Interface 와 Abstract Test System Interface의 중간에 위치한다. MTC, PTC는 Port를 통하여 SUT에 접근 할 수 있으며, 시험 항목에 대한 테스트를 시행할 수 있다.

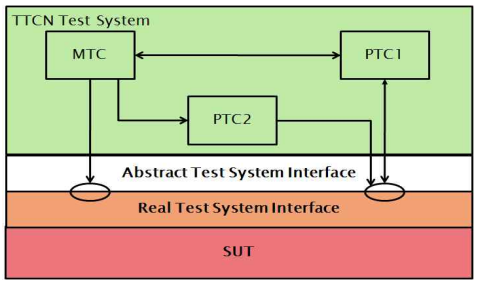

Fig 2.. TTCN-3 test configuration structure
그림 2. TTCN-3 시험 구성 구조

Table 1. TTCN-3 Type
표 1. TTCN-3 타입

Class of type	Keyword	Sub-type
Simple basic types	integer	range. list
	float	range. list
	boolean	list
	objid	list
	verdicttype	list
Basic string types	bitstring	list, length
	hexstring	list, length
	octetstring	list, length
	charstring	range, list, length, pattem
	universal charstring	range, list, length, pattem
Structured types	record	list(see note)
	record of	list(see note), length
	set	list(see note)
	set of	list(see note), length
	enumerated	list(see note)
	union	list(see note)
Special data types	anytype	list(see note)
Special configuration types	address	
	port	
	component	
Special default types	default	
Note : List subtyping of these types is possible when defining a new constrained type from an already existing parent type but not directly at the declarationof the first parent type.		

다. TTCN-3 통신 모델

(그림 2)와 같이 시험 요소는 다른 시험 요소와 연결될 수도 있고, 시스템 인터페이스와 연결될 수도 있다. 연결 수에 대한 제한이 없이 일대다의 연결이 가능하나 자신에게 연결하는 것은 불가능하다. 그리고 시험 요소는 항상 포트를 통해서만 연결되는 포트기반의 연결 구조를 가지고 있다. (그림 3)과 같이 각 포트는 길이의 제한이 없는 FIFO 버퍼로 모델링 할 수 있으며, 통신 시 이 버퍼에 입력 메시지와 절차적인 호출을 저장하였다가 해당 포트를 소유한 시험 요소에 의해 처리된다[9].

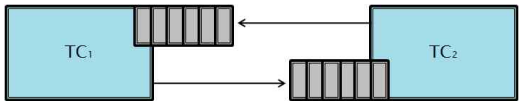

Fig 3. TTCN-3 communication port model
그림 3. TTCN-3 통신 포트 모델

라. TTCN-3 데이터 타입

TTCN-3은 미리 정의된 기본 타입이 있으며, 사용되는 타입은 다음 [표 1]과 같다.기본 타입에는 일반적으로 프로그래밍 언어에서 제공되는 integer, Boolean 및 문자열 타입이 있으며, TTCN-3에서만 제공되어 지는 Objid, Verdict Type 있다. 또한 구조화 타입으로 record , set , enumerated 타입이 있다. 또한 시험 시스템의 구조를 정의하기 위해서 특별 타입을 사용한다(address , port , component) [9].

마. TTCN-3 연산자

TTCN-3은 다양한 연산자를 제공한다. 표 2는 연산자를 7가지 그룹으로 분류해 놓았다[9].
연산자는 산술 연산자 , 문자열 연산자, 관계 연산자, 논리 연산자, 비트 단위 연산자, 이동 연산자 , 회전 연산자로 분류 되어 진다.

바. 적합성 시험 플랫폼 구조

TTCN-3 시험 플랫폼의 구조는 (그림 4) TSU(Test System User)와 SUT(System Under Test)의 사이에 TM(Test Management), TE(TTCN-3 Executable), SA(SUT Adapter), PA(Platform Adapter)의 4가지 핵심 모듈로 구성 되어 있다. TE는 테스트 시스템의 핵심으로서 TTCN-3 Core Language로 작성된 시험 슈트를 컴파일 및 인터프리터 한다. TCI(Test Control Interface)는 송수신 데이터 구조를 정의하며, TE와 TM간의 인터페이스를 담당 한다. TRI(TTCN-3 Runtime Interface)는 TE와 SA 및 PA간의 통신을 정의하며, SUT에 데이터의 송수신 및 타이머 조작 등을 담당 한다.[12][13].

Table 2. TTCN-3 Operator
표 2. TTCN-3 연산자

Category	Operator	Symbol or Keyword
Arithmetic operators	addition	+
	subtraction	-
	multiplication	*
	division	/
	modulo	mod
	remainder	rem
String operators	concatenation	&
Relational operators	equal	==
	less than	<
	greater than	>
	not equal	!=
	greater than or equal	>=
	less than or equal	<=
Logical operators	logical not	not
	logical and	and
	logical or	or
	logical xor	xor
Bitwise operators	bitwise not	not4b
	bitwise and	and4b
	bitwise or	or4b
	bitwise xor	xor4b
Shift operators	shift left	<<
	shift right	>>
rotate operators	rotate left	<@
	rotate right	@>

사. TTCN-3 적합성 시험 플랫폼 개발

(그림 5)은 구현에 대한 흐름을 보여준다.

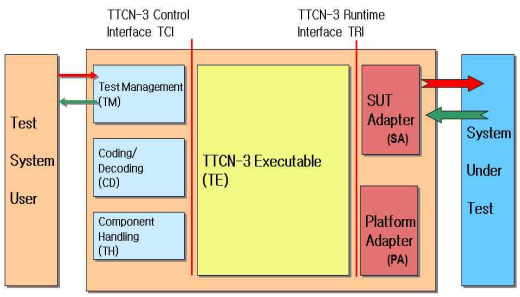

Fig 4. Conformance Test Platform structure
그림 4. 적합성 시험 플랫폼 구조

TTCN-3 테스트 슈트를 작성하여 테스트 시스템의 모듈과 컴파일 및 인터프리터 시켜 Test System을 생성한다. Test System은 잘 정의된 통신 포트를 통하여 SUT와 통신 할 수 있고, 시험 항목에 대한 테스트를 수행할 수 있다.

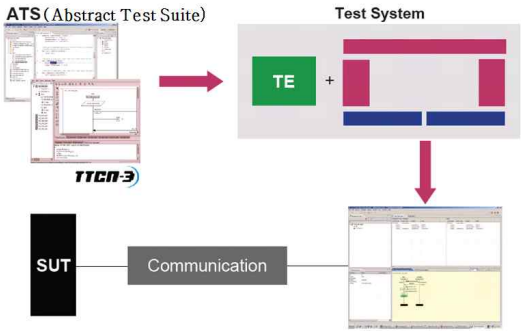

Fig 5. Development of conformance test platform based on the TTCN-3
그림 5. TTCN-3 기반 적합성 시험 플랫폼 개발

2. IEC 61850

가. IEC61580 표준의 특징

일반적으로 요구하는 IED의 기능과 제어 수준은 고정적이지 않으며, 상황에 따라 변화가 있을 수 있다. 따라서 IED에 대한 기능이 분산 처리되면서 상호 운용성이 제공되어야 한다. IEC 61850 에서는 이를 지원하기 위한 분산 기능과 STATION, BAY, PROCESS의 3가지 레벨의 할당을 지원한다[14][15].

(그림 6)은 IEC 61850 표준이 제시하고 있는 응용에서부터 통신 프로토콜까지의 모든 것을 보여준다. ACSI(Abstract Communication Service Interface)에서 정의된 정보 모델과 서비스 모델은 실제 변전소를 모델로 하여 가상화된 것이다. 이러한 ACSI는 실제적인 통신을 할 수 없다. 반면 SCSM(Specific Communication Service Mapping)은 가상적인 모델을 실제 통신 프로토콜로 매핑 한다. 하나의 추상화된 정의가 있으면, 이를 여러 통신 프로토콜로 매핑 시켜주는 방법만을 정의함으로써 여러 통신 프로토콜을 이용할 수 있게 되는 것이다. 즉, 새로운 통신 프로토콜에 대해서는 해당 통신 프로토콜로 ACSI를 매핑 시킬 메커니즘의 정의가 추가한다면, 추가적인 노력과 비용 없이 기존의 표준에 해당 통신 프로토콜을 추가할 수 있다[16][17].

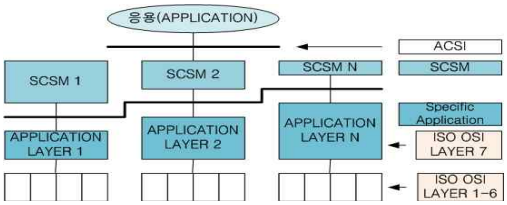

Fig. 6 Communication protocol of ACSI through SCSM
그림 7 SCSM을 통한 ACSI의 실제 통신 프로토콜

IEC 61850 표준에서는 메시지의 전송 시간에 따른 7가지 타입의 메시지를 정의하고 있다. 다음 표 3은 7가지 타입의 메시지에 대한 내용이다.

Table 3. Messages of 7 types
표 3. 7가지 타입의 메시지

Type		전송시간	비고
1	A	10ms~3ms 이하	trip
	B	100ms~20ms 이하	Fast Message
2		100ms 이하	State 정보
3		500ms 이하	
4		10ms~3ms 이하	Raw message
5		제한 없음	File transfer
6		1ms~0.1μs 이하	Time synchro
7		500ms 이하	command message with security

각 메시지 타입은 전송 시간에 민감하기 때문에, 네트워크 레벨에서 이러한 메시지의 송·수신시에 발생되는 인코딩/디코딩에 대한 최적화도 고려되어야 한다. IEC 61850 표준에서 전송 시간을 주요하게 고려하여, 각 메시지에 대한 통신 프로토콜 스택을 제시하였다. 4가지의 제시된 통신 프로토콜 스택을 (그림 7)에서 보여준다. ACSI의 대부분의 서비스들은 MMS로 매핑 되며, 빠른 전송 시간을 요구하는 샘플 값의 전송이나 변전소의 이벤트에 관한 메시지의 전송에 관련된 SV(Sampled Value)와 GOOSE(Generic Object Oriented Substation Event)는 ISO/IEC 8802-3 Ethertype으로 매핑 된다. 시간 동기화와 관련된 매핑은 기존의 SNTP(Simple Network Time Protocol)을 사용하고, 일반적인 변전소의 상태 이벤트에 관련된 GSSE(Generic Substation Status Event) 메시지는 OSI T-Profile을 통해 매핑 된다.

IEC 61850은 일반 시스템 측면의 특징을 가지고 있다. 이를 위해 공학적인 도구(Tool)와 변수(Parameter)들이 정의되어 있다. 공학적인 도구는 최소한의 정보 교환과 구성 매개변수를 이용하여 일관

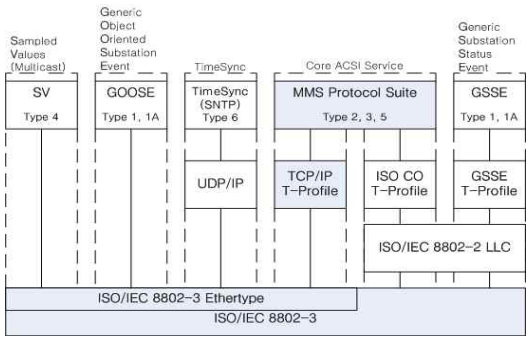

Fig. 7. SCSM Mapping
그림 6. SCSM Mapping

성의 위반을 감지 및 예방할 수 있도록 SAS의 장치들을 통합하고, 응용에서 요구하는 기능을 문서화 한다. 이러한 공학 도구에는 프로젝트 설계 도구, 매개변수 및 설정도구, 문서화 도구가 있다. 특히 장치에 대한 기술과 시스템 변수들을 호환성이 없는 IEC 도구 사이에서 교환할 수 있도록 하는 SCL(Substation Configuration Language)이 IEC 61850-6[10]에 정의되어 있다. SCL은 XML을 기반으로 하여 하나의 IEC를 정의하는데 필요한 시스템 변수들을 정의하고 있는데, 여기에는 IED의 바인딩 정보, 서브스테이션 자신의 기능들이 포함된다[16][17].

나. SAS의 기능

SAS의 기능은 변전소에서 수행되어야 할 작업들을 의미한다. 변전소의 장비나 주변 장비들을 제어하고, 감시하고, 보호하는 기능이다. 추가로, 시스템의 구성, 통신관리 그리고 소프트웨어 관리를 유지할 필요가 있는 기능도 존재한다.

SAS의 기능들은 STATION, BAY, PROCESS 레벨에 논리적으로 할당된다. 1에서 10까지의 논리적인 인터페이스와 함께 (그림 8) 에서는 각 레벨에서의 논리적인 의미를 보여준다. STATION 레벨의 기능은 총괄적인 변전소에 관한 것이다. STATION 레벨 기능에는 2가지 부류가 있다. 변전소 관리를 위한 스테이션 레벨 간 통신과 BAY 레벨로부터 데이터 취득 및 제어 명령을 내리는 기능이 있다. 이 기능들은 인터페이스 1번, 6번, 9번을 통해 통신한다. BAY 레벨의 기능은 1개의 BAY의 데이터를 주로 사용하고 BAY의 1차 장비에 대해 주로 작용하는 기능이다. 선로 보호나 BAY 제어가 이 기능의 예이다. 이 기능들은 BAY 레벨 범위 내에서 인터페이스 3번을 통해 통신하며 인터페이스 4번과 5번을 통해 원격 I/O나 지능형 센서와 엑츄에이터를 가지고 있는 프로세스

레벨과 통신한다. PROCESS 레벨의 기능은 샘플링을 포함에 데이터를 취득하고 명령을 내리는 등의 기본적인 2진(binary) I/O 및 아날로그 I/O 기능이다. 이 기능들은 인터페이스 4와 5를 통해 BAY 레벨과 통신한다[14][15].

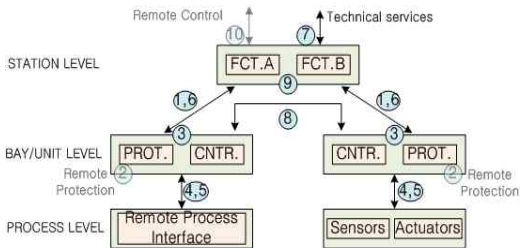

Fig. 8. Level and interface of SAS
그림 8. SAS의 레벨과 인터페이스

각 인터페이스(IF)는 다음 표 4와 같다.

Table 4. Logical interface
표 4. 논리 인터페이스

IF	설명
IF1	BAY와 STATION 레벨 사이의 보호데이터 교환
IF2	BAY레벨과 원격 보호 사이의 보호데이터 교환(표준 범위 밖)
IF3	BAY 레벨 내에서의 데이터 교환
IF4	BAY와 PROCESS 레벨 사이의 CT(Current Transformer), VT(Voltage Transformer)의 데이터 교환
IF5	PROCESS와 BAY 레벨 사이의 제어데이터 교환
IF6	BAY와 STATION 레벨 사이의 제어 데이터 교환
IF7	변전소와 원격 엔지니어 사이의 데이터 교환
IF8	INTERLOCKING과 같은 특별하고 빠른 기능에 대한 BAY 레벨 사이의 데이터 교환
IF9	STATION 레벨 사이에서 데이터 교환
IF10	변전소화 외부 원격 제어 센터 사이의 데이터 교환(표준 범위 밖)

인터페이스의 번호는 중요한 LN이나 BUS 시스템을 정의할 수 있게 된다. 인터페이스 1번, 3번, 6번, 8번 그리고 9번은 STATION/INTERBAY BUS로 결합된다. 인터페이스 4번과 5번은 PROCESS BUS로 결합된다. 일반적으로 PROCESS BUS는 오직 하나의 BAY에 제한된다. 만약 다른 BAY로 확장된다면. 인터페이스 8번의 역할이 수행되어야 한다. 인터페이스 7번은 원격 모니터링 센터와 외부적인 통신에 대한 전용의 인터페이스이다. 인터페이스 2번은 원격보호 장비와의 통신에 대한 전용의 인터페이스이다. 인터페이스 10번은 원격제어에 대한 전용의 인터페이스이다. 인터페이스 2번과 10번은 IEC 61850 범위 밖이다.

모든 인터페이스가 항상 변전소에 존재하는 것은 아니다. 해당 변전소의 필요에 의한 인터페이스만 존재한다. 그리고 필요에 따라 인터페이스의 추가는 쉽게 이루어지며, 이러한 유연한 접근은 현재나 미래에 새로운 변전소를 설치하거나 기 변전소를 개장(retrofit)하는 것을 가능하게 한다.

다. MMS 매핑

MMS(Manufacturing Message Specification)는 네트워크로 연결된 장비나 컴퓨터 응용 프로그램 사이의 실시간 데이터나 감시를 위한 제어 정보를 교환하기 위한 메시지 교환 표준이다. 초기 PLC(Programmable Logic Controller)나 로봇등과 같은 자동화기기를 위한 통신 프로토콜로 사용된 MMS는 전력 시설에서도 응용되고 있다. 예를 들어, RTU(Remote Terminal Unit), EMS(Energy Management System), IED(Intelligent Electronic Devices)등에 활용되고 있다. 기본적으로 OSI 7 계층의 응용계층에 해당하는 프로토콜로 이더넷, 토큰 버스 등의 다양한 환경에서 적용 가능한 프로토콜이다. MMS 표준은 2개의 주요한 파트로 이뤄져 있다. 파트 1은 서비스 사양으로 가상 생산기기(Virtual Manufacturing Device), 통신망에서 교환되는 서비스나 메시지, 가상생산기기 서비스와 관련된 속성과 파라미터들을 기술하였다. 파트 2는 프로토콜 사양으로, 통신망에서의 메시지 순서, 메시지의 형식이나 코드화 방법, MMS와 다른 계층 간의 접속 등을 기술하였다. IEC 61850 표준에서는 이러한 MMS를 ACSI의 주요한 정보/서비스 모델을 매핑 하는 통신 프로토콜로 제시하고 있다.

ACSI 모델의 정보 모델은 MMS 객체로 매핑 되고, ACSI 모델의 주요한 서비스들은 MMS 서비스로 매핑 된다[17].

3. 적합성 시험

적합성 시험이란 표준에 근거하여 구현된 기술이나

제품이 원래 표준과 어느 정도 일치하는가에 대한 시험으로 상호동작 가능성과 안정성을 높이기 위해 실시되는 매우 중요한 과정이다.

가. 구현 환경

다음은 TestingTech의 TTCN-3 컴파일러를 사용한 시험기 Test System에 대한 구현 환경이다.

- OS : Windows XP
- IDE(Integrated Development Environment) : TTworkbench Professional
- Language : TTCN-3 Core Language, JAVA 6
- Ethernet CARD : Realtek RTL8139/810x Family Fast Ethernet NIC

다음은 IEC 61850 Client Module에 대한 구현 환경이다.

- OS : VMware 6(Red Hat Enterprise Linux 4)
- IDE(Integrated Development Environment) : GCC 3.4.4(Red Hat 3.4.4-2)
- Language : Standard C
- Ethernet CARD : Realtek RTL8139/810x Family Fast Ethernet NIC

다음은 적합성 시험 대상이 되는 SUT인 IEC 61850 Server Simulator에 대한 구현 환경이다.

- OS : VMware 6(Red Hat Enterprise Linux 4)
- IDE(Integrated Development Environment) : GCC 3.4.4(Red Hat 3.4.4-2)
- Language : Standard C
- Ethernet CARD : Realtek RTL8139/810x Family Fast Ethernet NIC

나. 적합성 시험 구조

(그림 9)은 TTCN-3 컴파일러를 이용한 적합성 시험 과정의 흐름에 대한 망 구조이다. TTCN-3 Test System에서 Test System와 IEC 61850 Client Module 간에는 UDP/IP 통신을 사용하며, TTCN-3 Test System은 TCP/IP기반의 ETHERNET 통신을 이용하여 시험 대상이 되는 SUT에 접근하여 적합성 시험을 수행하는 구조이다.

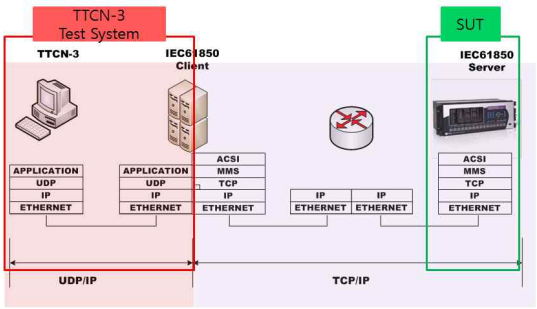

Fig 9. IEC 61850 Conformance test network architecture based on TTCN-3

그림 9. TTCN-3 기반 IEC 61850 적합성 시험 네트워크 구조

다. IEC 61850 적합성 시험 표준안

[표 5]은 본 논문에서 시험한 "IEC61850 - Part10" 문서에 명세된 적합성 시험 테스트 그룹 중 Server,logical device,logical node, and data model"의 HDLC_1의 Positive test cases_Srv5 항목에 대한 세부 내용이다[8].

Table 5 Positive test case_Srv5
표 5 Positive test case_Srv5

Test reference SrvP5	**Test purpose** DATA calss services (GetDataValues)	☐Passed ☐Failed ☐Inconclusive
Ref.Part Clause and Subclause of IEC 61850 IEC 61850-7-2, Subclause 10.4.2		
Expected result 1) SUT sends GetDataValues response+		
Test description 1) Test System sends GetDataValues request		
Comment		

라. Positive test case_Srv5의 MSC(Message Sequence Chart)

(그림 10)는 [표 3]의 Test case에 대한 MSC이다.

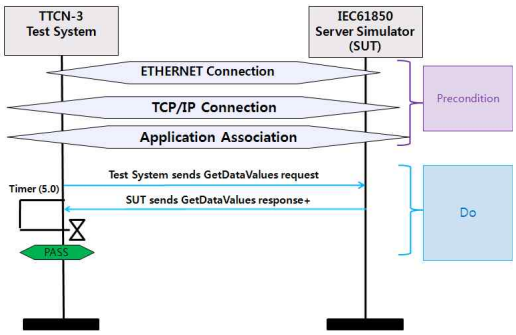

Fig 10. Messge Sequence Chart
그림 10. 메시지 시퀀스 차트

마. 적합성 시험 수행화면

Positive test case_Srv5에서 Test description은 Test System 는 GetDataValues request로 Item name이 kdnVar1에 대한 값을 요청하는 메시지를 SUT에게 전송하며 이에 대한 실행화면은 (그림 11)의 (1)에 해당한다. 또한 Expected result로 SUT는 (1)에 대한 응답 메시지로 GetDataValues response를 Test System에게 전송하며 Item name이 kdnVar1이고 Item value 값은 100이다. 이에 대한 실행화면은 (그림 11)의 (2)에 해당한다.

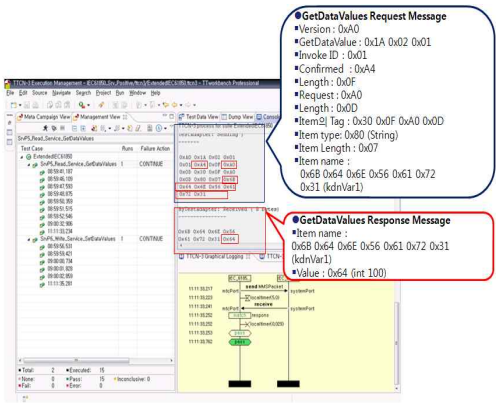

Fig 11. Test case_SrvP5
그림 11. Test case_SrvP5

III 결론

프로토콜의 규격화 및 구현된 프로토콜이 규격에 적합한지를 시험하는 프로토콜 적합성 시험의 중요성은 일찍이 인식되어 왔다. 이에 프로토콜 적합성 시험을 표준화하기 위한 노력으로 국제 표준화 기구에서는 기존의 TTCN을 발전시킨 TTCN-3라는 시험 시나리오 기술 언어를 표준화하여 이미 활용하고 있다.

본 논문에서는 TTCN-3 적합성 시험 언어를 이용하여 IEC 61850에 대한 상호 연동성 시험기를 Window환경에서 구현하였다.

이에 시험 항목은 “IEC 61850 – Part10″문서에 명세된 적합성 시험 테스트 항목들 중 ”Server,Logical device,Logical node, and data model″의 Positive test cases_Sr5 항목을 시험하였다. 위 시험 기술을 바탕으로 현재 개발된 통신 프로토콜, 모바일 시스템, CORBA-기반 플랫폼등에 적용할 수 있다.

이처럼 TTCN-3 기반의 시험 기술을 자체적으로 확보하여 다방면의 장치나 기술에 적합성 시험 기술을 적용하면 서비스의 안정성, 상품의 신뢰성, 상품성의 향상 등을 얻을 수 있다.

참고문헌

[1] www.testingtech.com
[2] John Wiley & Sons, Ltd, ″An Introduction to TTCN-3″.
[3] DLMS User Association, ″COSEM Architecture and Protocols″.
[4] DNP User Group, ″Distributed Network Protocol DNP3.0 BASE 4 DOCUMENT SET″.
[5] DNP User Group, ″DNP3 Protocol Primer″.
[6] www.dnp.org
[7] Ralph Mackiewicz, ″IEC61850 & ICCP-TASE.2 Technical Overview″, SISCO.
[8] IEC 61850-Part10:″Conformance testing″.
[9] ETSI ES 201 873-1 (V.3.1.1): ″Methods for Testing and Specification (MTS); The Testing and Test Control Notation version 3; Part 1: TTCN-3 Core Language″.
[10] ETSI ES 201 873-2 (V.3.1.1): ″Methods for Testing and Specification (MTS); The Testing and Test Control Notation version 3; Part 2: TTCN-3 Tabular presentation Format (TFT)″
[11] ETSI ES 201 873-3 (V.3.1.1): ″Methods for Testing and Specification (MTS); The Testing and Test Control Notation version 3; Part 3: TTCN-3 Graphical Presentation Format(GPT)″
[12] ETSI ES 201 873-5 (V.3.1.1): ″Methods for Testing and Specification (MTS); The Testing and Test Control Notation version 3; Part 5:

TTCN-3 Runtime Interface(TRI)".
[13] ETSI ES 201 873-6 (V3.1.1): "Methods for Testing and Specification (MTS); The Testing and Test Control Notation version 3; Part 6: TTNC-3 TTCN-3 Control Interface(TCI)".
[14] IEC 61850-1, Communication networks and systems in substations — Part 1: Introduction and overview
[15] IEC 61850-2, Communication networks and systems in substations — Part 2: Glossary
[16] IEC 61850-7-1, Communication networks and systems in substations — Part 7-1: Basic communication structure for substation and feederequipment — Principles and model
[17] IEC 61850-7-2, Communication networks and systems in substations — Part 7-2: Basic communication structure for substation and feederequipment — Abstract communication service interface(ACSI)

저 자 소 개

송 병 권 (정회원)
전자전기학회논문지 제 13권 3호 참조

이 숙 희 (비회원)
전자전기학회논문지 제 13권 3호 참조