IEC61850 기반의 IED 적합성 검사 프로그램 개발

송운식*, 양효식**, 김상식*, 박민우*, 장병태***, 이남호***, 장혁수*
명지대학교*, 세종대학교**, 전력연구원***

Development of IED Conformance Testing Program based on IEC61850

Min-Woo Park*, Hyo-Sig Yang**, Sang-Sig Kim, Un-Sig Song*, Byung-Tae Jang***, Nam-Ho Lee***, Hyuk-Soo Jang*

Abstract - IEC61850 기반의 변전소 자동화 시스템에서 사용하는 IED를 국내의 여러 업체에서 개발하고 있다. 하지만 개발된 IED를 IEC61850 국제 표준에 맞게 개발했는지 시험하는 적합성 검사는 외국의 인증업체에 의해서만 진행되고 있다. 그렇기 때문에 국내에서도 IED의 적합성 검사를 해줄 수 있는 방법이 있어야 한다. 본 논문에서는 IEC61850-10에서 제시하고 있는 ACSI 모델의 매핑과 서비스 시험 사례에 대한 검사를 수행하고 UCA IUG(International Users Group)에서 제시하는 적합성 검사 진행 방법에 따라 검사를 수행할 수 있는 적합성 검사 프로그램의 프로토타입을 구현하고 이를 소개한다.

1. 서 론

최근 변전소 자동화 시스템에 대해서 국제 표준인 IEC61850 표준이 제정되었다. 변전소 자동화를 위한 세부 내용이 표준의 파트1부터 파트10까지 수록되어 있고 객체지향 개념을 적용하여 변전소에서 사용하는 데이터 모델을 클래스로 정의할 수 있도록 표준에서 제시하고 있다.

국내에서도 이러한 추세에 맞추어 한국전력공사 주관으로 디지털 기술기반의 차세대 변전시스템 개발 이라는 과제를 수행하여 IEC61850기반의 변전소를 구축하려고 진행하고 있다. 하지만 현재 IEC61850기반의 변전소 장비들이 모두 외국회사의 제품들이고 이에 대한 적합성 검사를 해주는 인증기관 역시 외국에 있다.

국내에서도 IED개발을 시작하고 있지만 이러한 제품들에 대하여 IEC61850 표준에 맞게 제작되었는지 적합성 검사를 하기 위해서는 외국의 인증기관에서 테스트를 해야만 한다. 이렇게 되면 추가적인 테스트 비용과 부수적으로 들어가는 비용 때문에 국제 경쟁력에서 많은 약점을 갖게 될 수도 있다. 이에 따라 적합성 검사도 국내에서 시행할 수 있는 방법으로 적합성 검사 툴을 제작해야할 필요성이 있다.

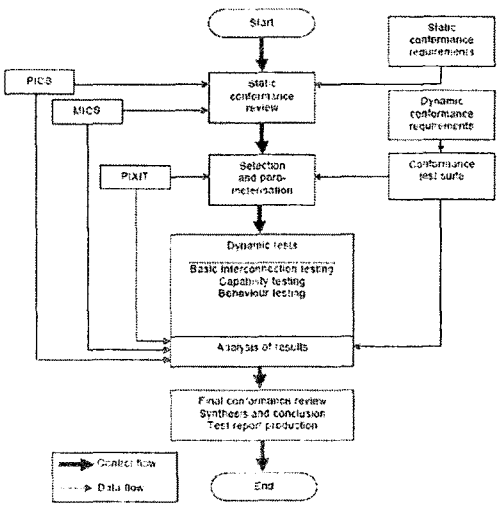
개발된 프로그램 프로토타입은 SISCO 라이브러리를 이용하여 IEC61850 파트10에서 기술된 내용과 UCA IUG에서 제시하는 내용을 토대로 IED의 적합성 검사를 수행할 수 있는 프로그램으로써 표준에 맞는 검사 절차를 수행할 수 있다.

2. 본 론

2.1 적합성 검사

IEC61850 표준에서 정의한 적합성 검사는 IED들로 구성된 변전소 자동화 시스템이 표준에 준수하는지 검사하는 것을 의미한다. 적합성 검사는 검사하고자 하는 장비(DUT: Device Under Test)의 통신이 IEC61850 시리즈에 따라 동작하는지 입증하고 데이터, 기능 및 서비스에 대한 사항을 다룬다.

적합성 검사를 진행하기 위한 검사 절차는 IEC 61850 표준에 따라 미리 정해진 방식에 의해 DUT가 동작이 되는지를 확인하는 것이다. 적합성 검사는 공급자가 제공한 PICS(프로토콜 구현 적합성 명세표), MICS(모델 구현 적합성 명세표) 및 PIXIT(검사를 위한 프로토콜 구현 추가 정보)에서 파악되는 능력을 토대로 수행된다. 그림 1은 적합성 검사를 하는 과정을 표시한다.



<그림 1> 적합성 테스트 절차

2.2 장치 시험

IEC61850 기반에서 사용되는 IED 단일 장치에 대한 고유의 적합성 시험에는 다음과 같은 내용이 포함된다.

문서 검사와 장치의 버전 관리(IEC 61850-4)

표준화된 구문에 대한 장치 구성 파일의 시험(IEC 61850-6)

장치 관련 객체 모델에 대한 장치 구성 파일의 시험 (IEC 61850 7-3, 7-4)

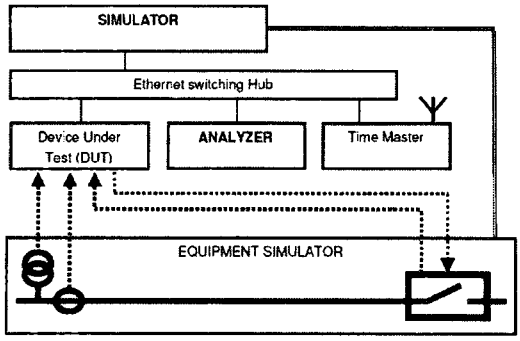
적용 가능한 SCSM(Specific Communication Service Mapping)에 대한 통신 스택 구현의 시험(IEC 61850 8-1, 9-1, 9-2)

ACSI(Abstract Communication Service Interface) 정의에 대한 구현된 ACSI 서비스의 시험(IEC 61850 7-2)

IEC 61850 시리즈에서 명시한 규칙에 따라 장치 고유의 확장 시험

개발된 IED를 이용하여 모든 시스템 구성을 테스트하는 것은 불가능 하므로 장비 시뮬레이터와 함께 표준화된 통신 테스트 시스템을 사용하여 테스트 절차를 수행

한다. 다음 그림2는 IED를 테스트하기 위한 변전자동화 국제규격 인증모의시스템의 개요를 보여준다.



<그림 2> 변전자동화 국제규격 인증모의시스템 개요도

2.3 적합성 검사 절차

각 업체에서 제작된 IED에 대한 적합성 검사를 수행하기 IEC61850 파트 10에서 제시한 내용을 토대로 진행된다. 그러나 IEC61850 파트10에서는 적합성 검사의 방법을 제시하고 있지만 구체적인 검사절차에 대해서는 미흡하다. 이러한 부분을 보완하기 위하여 UCA IUG가 제시한 적합성 검사 절차를 토대로 검사를 수행할 수 있다. UCA IUG는 국제 표준을 만드는 기구는 아니지만 국제 표준기구와 협조하여 기술전수, 문제해결 및 제품 구현을 돕는 역할을 수행하고 있다.

표 1, 표 2, 표 3은 UCA IUG에서 제시한 IED의 적합성 블록별 ACSI 서비스와 검사절차를 보여준다.

<표 1> 적합성 블록별 ACSI 서비스

Conformance Block	Mandatory	Optional
1: Basic Exchange	Associate, Abort, Release GetServerDirectory GetLogicalDeviceDirectory GetLogicalNodeDirectory(DATA) GetDataValues GetDataDirectory, GetDataDefinition	GetAllDataValues SetDataValues
2: Data Set	GetLogicalNodeDirectory(DATA-SET) GetDataSetValues GetDataSetDirectory	SetDataSetValues
2+: Data Set Definition	CreateDataSet DeleteDataSet	
3: Substitution	SetDataValues GetDataValues	
• • •		
12d: Enhanced SBO control	SelectWithValue, Cancel, Operate CommandTermination	TimeActivatedOperate
13: Time sync	TimeSynchronization	
14: File transfer	GetFile GetFileAttributeValues	SetFile DeleteFile

<표 2> 적합성 블록별 검사 절차

Conformance Block	Mandatory	Optional
1: Basic Exchange	Ass1, Ass2, Ass3, AssN2, AssN3, AssN4, AssN5 Srv1, Srv2, Srv3, Srv4, Srv5, SrvN1abcd, SrvN4	AssN6 Semantics: Srv9, Srv10 PICS-AlternateAccess: Srv8, SrvN1f PICS-SetDataValues: Srv6, Srv7, SrvN1e, SrvN2, SrvN3
2: Data Set	Dset1, Dset10a, DsetN1ae	SCL-SetDataSetValues: Dset10b, DsetN1b, DsetN16
2+: Data Set Definition	Dset2, Dset3, Dset4, Dset5, Dset6, Dset7, Dset8, Dset9 DsetN1cd, DsetN2, DsetN3, DsetN4, DsetN5, DsetN6, DsetN7, DsetN8, DsetN9, DsetN10, DsetN11, DsetN12, DsetN13, DsetN14, DsetN15	
3: Substitution	Sub1, Sub2, Sub3, SubN1	
• • •		
12d: Enhanced SBO control	Ctl3, CtlN1, CtlN2, CtlN3, CtlN4, CtlN9 SBOes1, SBOes2, SBOes3	PIXIT-Test mode: Ctl2 PIXIT-Check: Ctl7 TimerActivatedControl: Ctl4, SBOes4, SBOes5, SBOes7 PIXIT-Operate-Many: SBOes6, SBOes7 AddCauses: CtlN6
13: Time sync	Tm1, Tm2, TmN1	ClockFailure: TmN2
14: File transfer	Ft1, Ft2ab, Ft4, FtN1ab	PICS-SetFile: Ft3 PICS-DeleteFile: Ft2c, FtN1c

<표 3> Srv2의 세부 검사 절차

Srv2	GetLogicalDeviceDirectory	☐ Passed ☐ Failed ☐ Inconclusive
IEC 61850-7-2 clause 8.2.1 IEC 61850-8-1 clause 11.1		
Expected result 1. DUT sends GetLogicalDeviceDirectory Response+ with a list of logical nodes		
Test description 1. For each responded logical device Client requests GetLogicalDeviceDirectory 2. Continue with Srv3		
Comment		

IED의 적합성에 대하여 인증을 받기 위해서는 표2에서 제시하는 Mandatory항목을 통과해야 한다. 표3은 표2에서 수행해야 하는 검사절차에 대하여 자세하게 기술되어 있는 내용이다. 표1에서 제시하고 있는 ACSI 서비스들은 표3의 여러 가지 검사 절차에서 골고루 이용되며 표3의 검사 순서를 순차적으로 통과해야만 하나의 검사절차를 통과했다고 인증받을 수 있다.

2.4 적합성 검사 프로그램

적합성 검사 프로그램은 IEC 61850 파트 10의 내용을 바탕으로 IED의 적합성 검사를 수행할 수 있는 소프트웨어이다. 이 프로그램은 IEC 61850용 MMS 라이브러리

인 SISCO사의 MMS-EASE Lite 라이브러리를 이용하였으며 Windows MFC를 사용하여 개발하였다.

프로그램은 프로토타입으로써 표 2에서 제시된 내용 중 일부만 검사할 수 있다.

2.4.1 통신

IEC 61850 국제표준에서 서버(IED) 클래스의 인스턴스는 MMS(Manufacturing Message Specification)의 VMD(Virtual Manufacturing Device, 가상 생산 장치 객체)에 일대일 매핑된다. MMS 통신 프로파일에서 VMD의 서비스 주소 형식은 사용하는 통신 프로토콜을 통해 결정된다. 특정한 정보 또는 서비스를 교환하기 위하여 다음 4가지 서비스가 사용된다.

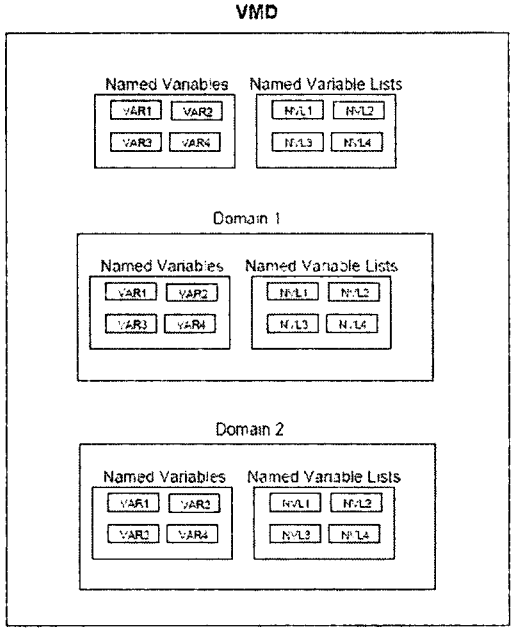
클라이언트/서버 서비스
GOOSE/GSE Management
GSSE 서비스
Time Sync.

적합성 검사 프로그램은 프로토타입으로 클라이언트/서버 서비스만을 구현하였다.

2.4.2 SISCO MMS-EASE Lite 라이브러리

SISCO사의 MMS-EASE Lite라이브러리는 MVL (MMS-EASE Virtual Light) 인터페이스를 통해 구현되었고 이 MVL은 하나의 통신 프레임웍크로써 이를 이용하여 MMS 통신을 할 수 있는 IEC61850 응용프로그램을 개발 할 수 있다.

MVL에서 서비스는 MMS에서 정의하고 있는 서비스들과 맵핑이 되고 이는 결국 IEC 61850에서 정의한 서버 클래스의 서비스들과도 맵핑이 된다.

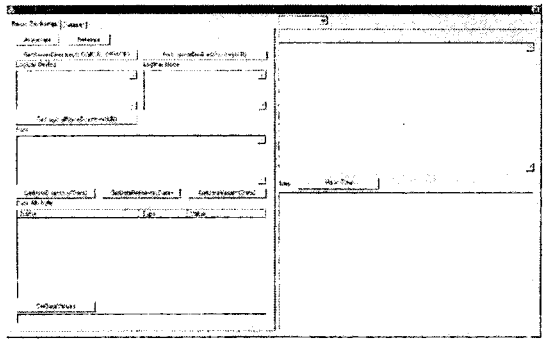


<그림 3> MMS Object Scope Overview

그림 3은 MMS의 오브젝트에 대한 범위를 보여준다. 각 오브젝트들은 MVL에서 제공하는 컨트롤 데이터 구조체로 저장을 하고 이러한 MVL을 이용하여 구현한 응용프로그램에서는 구조체에 대한 정보를 이용하여 IED의 데이터를 처리할 수 있다.

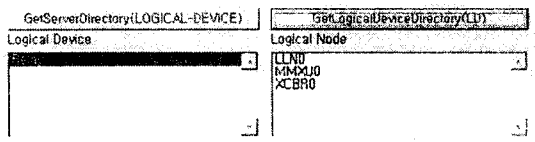
2.4.3 시뮬레이션

표 3에서 제시된 내용인 Srv2에 대한 검사 절차를 수행하였다.



<그림 4> 적합성 검사 프로그램 메인 화면

Logical Device에 대하여 GetLogicalDeviceDirectory서비스를 요청하여 Logical Node의 목록을 받는다.



<그림 5> GetLogicalDeviceDirectory 요청 결과

Logical Device인 Relay에 대하여 GetLogicalDeviceDirectory서비스를 요청한 결과에 대하여 Logical Node인 LLN0, MMXU0, XCBR0이 출력되었다. 이 과정을 통해서 Srv2에대한 절차를 통과하였고 Srv3로 계속 진행이 된다.

3. 결 론

IEC 61850 국제 표준이 제정됨에 따라 국내에서도 표준에 따르는 변전소 자동화 시스템을 구축하기 위한 과제를 진행하고 있다. 하지만 국내에서 개발되는 IED의 적합성 검사를 실시하기 위해서는 외국의 인증업체에 의해서만 실시할 수 있고 이에 따른 추가적인 비용이 많이 들게 된다. 이러한 비용 문제를 해결할 수 있는 방안은 국내에서도 인증을 해줄 수 있는 기관을 만드는 일이다. 이에 따라 소프트웨어도 국내에서 개발 할 수 있는 능력을 보유하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 적합성 검사 프로그램의 프로토타입을 개발하고 소개함으로써 국내에서 인증기관이 생겼을 때 국내 기술로 적합성 검사를 수행할 수 있는 프로그램을 개발하는데 도움이 되는 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

[1] IEC, "INTERNATIONAL STANDARD IEC 61850"
[2] 한국전력공사, "시스템 성능 검증 및 실증시험 2차년도 진도 보고서", 2007
[3] UCA International Users Group, "Conformance Test Procedures for Server Devices with IEC 61850-8-1 interface, 2007
[4] SISCO, "MMS-EASE Lite Reference Manual", 2004