

## 변전자동화 통신 적합성 검증을 위한 클라이언트 IEC 61850 시험시스템 개발

(Development of IEC 61850 Client Testing System for Verifying the Communication Conformance of Substation Automation)

이남호\* · 장병태

(Nam-Ho Lee · Byung-Tae Jang)

### 요 약

변전자동화시스템은 기본적으로 IEC 61850 통신규격을 가지고 구성 장치 간 통신서비스를 통해 운용되는 시스템이기 때문에 시스템 설치를 위한 최소한의 요구조건으로 IED와 상위운영시스템이 서버와 클라이언트의 역할을 가지고 IEC 61850에서 정의하는 통신서비스에 적합하게 구현되었는지를 검사하는 것이다. 적합성 시험 제정기관인 UCA IUG에서는 서버와 클라이언트에 대한 적합성 시험절차서를 발행하였지만, 현재까지의 적합성 시험은 서버인 IED에 대부분 적용되었고, 서버 적합성 시험을 위한 전용 툴만이 존재하고 있다. 따라서 본 연구에서는 변전자동화시스템의 종합적인 성능검증을 위해 IEC 61850 클라이언트에 대한 적합성 시험을 수행할 수 있는 전용의 시험시스템 개발을 목적으로 하였고 본 논문에서는 시험시스템의 설계과정과 구현내용을 다루고자 한다.

### Abstract

Substation Automation System is basically operating throughout communicative services among IEC 61850 based devices. So, minimum requirement in order to install the system in the substation is to verify server and client conformance of IEDs and HMIs according to the IEC 61850 standard. Even though UCA IUG issued IEC 61850 conformance test procedures for both the server and the client, Much of the test is limited to IEDs as server and there is no client-only testing tool except KEMA server test tool sets. this study aims to develop IEC 61850 client testing system for verifying the full communication conformance of the substation automation system and this paper describes the design and implementation of the testing system.

Key Words : Client, IED, Conformance, Testing System, IEC 61850

---

\* 주저자 : 한국전력공사 전력연구원 선임보연연구원  
Tel : 042-865-5876, Fax : 042-865-5804, E-mail : nam100@kepri.re.kr  
접수일자 : 2010년 4월 30일, 1차심사 : 2010년 5월 12일, 심사완료 : 2010년 5월 26일

## 1. 서 론

변전자동화시스템의 통신 국제 규격 IEC 61850이 제정된 이후 국내외적으로 단일 규격이 적용된 변전소 보호·제어·감시를 위한 IED(Intelligent Electronic Device)와 HMI(Human Machine Interface)를 비롯한 상위운영시스템 제품이 양산되고, IEC 61850 기반의 변전자동화시스템 적용이 확대되어가고 있는 추세에 있다. IEC 61850 기반의 변전자동화시스템은 기존의 제어케이블에(Hard-wire)에 의한 1대1 방식이 아닌 이더넷 환경 하에서 이루어지는 IED 상호간 및 IED와 클라이언트의 디지털 방식으로 정보교환이 이루어지는 특징을 가지고 있다. 변전소를 구성하는 모든 설비를 가상의 데이터 모델로 구현하고 모든 제품에 동일한 데이터 정보객체를 가지고 구현하는 것을 의미하는 IEC 61850기반의 변전자동화는 제조사가 다른 IED와 상위운영시스템을 적용할 경우에도 데이터 통신을 통한 변전소의 보호, 제어, 감시가 가능해야 한다. 이를 위해서는 변전자동화시스템을 구성하는 제품의 상호운용성(Interoperability)이 보장되어야 하며, UCA의 국제전문가모임(International Users Group)에서는 제정한 IEC 61850 통신서비스 시험항목으로 구성된 적합성 인증 항목을 IED와 상위운영시스템이 만족하는 것이 최소한의 기본 조건이다[1-7]. 2010년 1월 기준으로 IED는 전 세계적으로 약 110여개의 제품이 IEC 61850 서버 적합성 인증을 받았고, 클라이언트는 2009년을 시작으로 1개의 제품이 인증을 받은 상태에 있다. 변전자동화시스템에서 서버로 동작하는 IED에 대한 적합성 인증시험은 2005년 IEC 61850 규격 제정 이후 변전자동화시스템 구축을 위한 필수 조건으로 여겨져 시험절차 및 시험 틀에 대한 관심이 지속적으로 진행되어 가고 있지만, 그 상대방인 클라이언트의 경우에는 시험절차에 대한 드래프트 버전만이 나와 있는 상태에 있다. 국내에서는 한국전력공사를 주관으로 하는 국가전략과제 “디지털 기술기반의 차세대 변전시스템 개발”을 통해 다수의 IED 제품과 상위운영시스템 개발이 완료되어 154kV 실계통 변전소에 실증시험 중에 있으며, 산청변전소를 시작으로 하여 IEC 61850 기반의 변전자동화시스템에 대한 시범

사업이 진행 중에 있다. 이러한 국내적인 요인에 따라 변전자동화시스템의 상호운용을 위한 필수 검증사항으로 서버에 대한 적합성 시험뿐 아니라 클라이언트에 대한 적합성 시험에 대한 요구가 증가하고 있으며, 해외에서도 UCA를 중심으로 관련사항에 대한 논의가 진행 중에 있다. 본 논문에서는 연구과제를 통해 축적된 IEC 61850 서버 적합성 시험기술을 기초로 하여 UCA에서 제정한 클라이언트 적합성 시험절차를 사용자가 쉽게 모델링할 수 있고 적합성 시험을 수행할 수 있는 세계 최초로 개발된 클라이언트 IEC 61850 시험시스템의 설계와 구현에 대해 설명하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 시험시스템 개발 목적 및 필요성

다수의 IED와 상위운영시스템이 디지털 네트워크 망을 통해 정보교환이 이루어지는 IEC 61850 변전자동화시스템은 그림 1과 같은 구조를 가지고 있다. 변전자동화시스템은 기본적으로 IEC 61850 통신규격을 가지고 구성 장치 간 통신서비스를 통해 운용되는 시스템이기 때문에 시스템 설치를 위한 최소한의 요구조건으로 IED와 상위운영시스템이 서버와 클라이언트의 역할을 가지고 IEC 61850에서 정의하는 통신서비스에 적합하게 구현되었는지를 검사하는 것이다. 서론에서 언급한 것과 같이 현재까지의 적합성 시험은 서버인 IED에 대부분 적용되었고, IEC 61850 적합성 시험을 주관하는 KEMA의 경우 서버 적합성 시험을 위한 전용 틀만을 보유하고 있는 상황에 있는 것이 현실이다. 하지만 2009년 UCA IUG에서 클라이언트에 대한 적합성 시험절차가 제정된 이후 전용의 시험시스템 개발에 대한 필요성은 대두되고 있지만 현재 공식적인 적합성 인증시험은 서버 시험에 사용되는 IEC 61850 트래픽 분석프로그램을 이용하여 시험자의 주관적인 판단에 의해 이루어지고 있다. 클라이언트의 IEC 61850 적합성 시험은 다수의 시험항목으로 나뉘며 통신서비스의 요청과 응답에 대한 서버와 클라이언트가 주고받는 통신데이터가 상당수에 이른다. 시험자가 트래픽 분석기를 사용하여 통신서비스의 적

합성을 판별할 경우 많은 시간이 소요되며 인적실수로 인한 잘못된 판정을 내릴 가능성이 높은 편이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 IEC 61850 클라이언트에 대한 적합성 시험을 수행할 수 있는 전용의 시험시스템 개발을 목적으로 하였다.

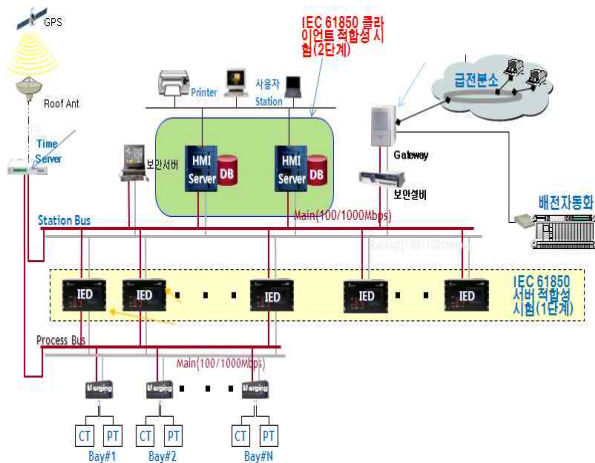


그림 1. IEC 61850 기반 변전자동화 시스템  
Fig. 1. IEC 61850 based Substation Automation System

## 2.2 IEC61850 클라이언트 적합성시험

IEC 61850의 기본적인 목적은 변전소에서 사용되는 IED와 상위운영시스템인 HMI의 상호 운용성을 보장하는데 있다. IEC 61850 part10은 서버 IED에 대해서 상호 운용성을 테스트하기 위한 “적합성 시험”을 어떻게 수행하여야 하는지 명시하고 있고, 문서의 버전검사, 구성 파일을 이용한 문법검사, 데이터 모델 및 서비스 모델 검사로 그림 2와 같이 이루어져 있다. 클라이언트 적합성 시험의 경우 규격에서는 다루고 있지 않지만 시험절차 제정기관인 UCA IUG에서는 IEC 61850-10에서 정의하는 적합성 시험절차를 토대로 클라이언트 적합성 시험을 수행할 것을 정의하고 있다. 클라이언트 적합성 시험에 대해서는 아래와 같이 요약할 수 있다.

문서검사 : 문서검사는 제조업체가 제시하는 여러 문서(PICS, MICS, PIXIT, TICS)와 검사받을 기기

(Server, Client)의 버전이 일치하는지 검사하는 것이며, 구성검사를 위한 시험항목 설정에 활용된다. 클라이언트 적합성 시험의 경우 제조사에서 구현한 클라이언트의 통신반응이 중요하기 때문에 이에 대해 기술하는 PIXIT문서를 확인하는 것이 중요하며 내부에 데이터가 없는 클라이언트는 MICS 문서검증은 생략한다.

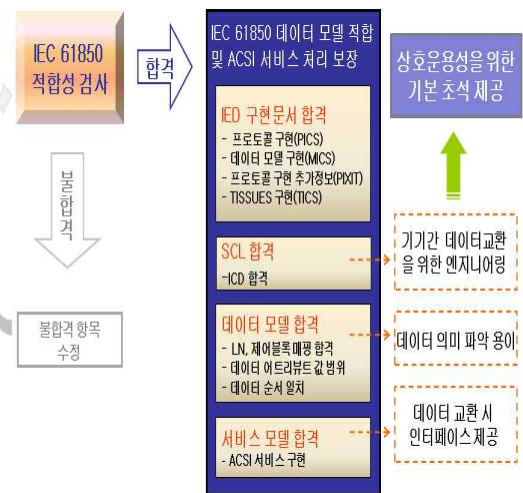


그림 2. IEC 61850 적합성 시험  
Fig. 2. IEC 61850 Conformance Test

구성검사(문법검사, 데이터모델 및 서비스모델검사) : 문법검사에서는 장치의 데이터모델을 SCL파일로 정의하였을 때 해당파일이 IEC 61850-6장의 SCL문법체계를 따르는지 검사하는 것이지만 클라이언트의 경우 별도의 데이터모델을 수행하지 않는다. 서비스모델에서는 검사받을 클라이언트가 IEC 61850 표준에서 제시된 형식으로 통신 서비스를 서버에 요청하는지와 서버의 통신응답을 인지하여 제조사가 제시하는 PIXIT에 따라 반응하는지 검사한다.

클라이언트 적합성 검사를 수행하는 목적은 IEC 61850 변전자동화시스템에서 클라이언트의 통신관계를 가지고 동작하는 HMI와 게이트웨이 등 상위운영시스템의 문제점을 미리 파악하여 실 계통 적용 전에 문제점이 발생하였을 경우의 비용과 시간문제를 줄이고자 하는 것이다. 따라서 전력회사와 같은 사용자는 변전자동화 시스템에 사용하는 IEC 61850 통신

기반의 장치에 대하여 우선적으로 적합성 검사를 통과하였는지를 확인하게 된다. IEC 61850 클라이언트 적합성 시험절차는 서버와 마찬가지로 UCA 전문가 그룹에서 제정하고 있으며 2010년 4월 현재 Revision 1.1(표 1)이 12가지 시험항목으로 나뉘어 구현되었으며 각 시험 항목은 필수(Mandatory)와 선택(Conditional)으로 구분되는 다수의 시험케이스를 포함하고 있다. 12가지 시험항목에 대한 요약은 다음과 같다[5-6].

- (1) Basic Exchange : 클라이언트가 서버에 기본적인 통신 연결과 해제를 요청하고 클라이언트의 요청에 대한 서버의 데이터 모델 응답을 받는지 검사하는 항목
- (2) DataSet : 클라이언트가 GOOSE와 리포트 전송을 위해 기본이 되는 데이터셋의 생성, 삭제 등을 영속성과 비영속성으로 구분하여 요청하고, SCL 파일로 만들어진 서버의 데이터셋의 리스트와 클라이언트의 서버 데이터셋 정보와 일치 여부를 확인하는 검사항목
- (3) Substitution : 클라이언트가 서버의 1차 설비(CT/PT, 스위치)와 연결된 데이터를 조작자가 제공하는 값으로 요청할 수 있는지 검사하는 항목
- (4) Setting Group Selection : 클라이언트가 세팅 그룹에 대해 선택, 편집, 값 가져오기 등 요청하고 서버의 긍정/부정응답을 인지하는 검사하는 항목
- (5) Unbuffered Reporting : 클라이언트가 URCB의 OptFlds나 TrgOps 등을 다양한 조합으로 요청할 수 있고 서버가 보내오는 Unbuffered Report를 받을 수 있는지 검사하는 항목
- (6) Buffered Reporting : Unbuffered Reporting에 대한 시험항목을 포함하고 서버가 연결이 해제되어도 이벤트 정보(Report)는 버퍼에 저장되는 특징에 대한 추가적인 시험 수행하여 클라이언트의 서버에 대한 BRCB설정 및 Buffered Report를 수신할 수 있는지 검사하는 항목
- (7) Direct control : 클라이언트가 서버에 직접제어

- 를 위한 operate 명령을 내려 클라이언트가 선택한 ctlVal의 상태 값이 변경되었는지 확인
- (8) SBO control : 클라이언트가 서버에 SBO제어를 위한 Select, Operate, Cancel 서비스를 요청하고 서버의 긍정/부정응답을 인지하는 검사하는 항목
  - (9) Enhanced Direct Control : 클라이언트가 서버에 enhanced 직접제어를 위한 operate 명령을 내려 서버가 클라이언트 요청에 응답 하는 과정을 검증하고, 클라이언트가 서버가 보내오는 CommandTermination을 인지하는지 확인하는 항목
  - (10) Enhanced SBO Control : 클라이언트가 서버에 select(w), operate, Cancel 요청을 시험자가 설정한 값에 따라 서버에 요청하는지 확인하고, 클라이언트가 서버가 보내오는 Command Termination을 인지하는지 확인하는 항목
  - (11) Time sync : 클라이언트가 타임서버와 동기화 되는지 확인하는 시험으로 타임서버의 시간을 변경하면 클라이언트의 시간도 변경되는지 확인하는 시험
  - (12) file transfer : 클라이언트는 서버가 가지고 있는 다양한 크기의 파일을 읽고, 쓰고, 지우기를 요청할 수 있고, 반대로 서버에 파일을 전송할 수 있는지 확인하는 항목

클라이언트 적합성 시험절차가 서버의 시험절차와 비교할 때 가장 큰 차이점은 IEC 61850 변전자동화시스템의 이벤트 정보 전달메시지로 사용되는 GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) 시험이 존재하지 않는 점이다. 이는 GOOSE 통신이 데이터 모델을 내부에 가지고 있는 서버인 IED간에 이루어지기 때문에 내부에 데이터모델을 가지고 있는 클라이언트에서는 시험을 진행하기가 불가능하기 때문이다. 하지만 GOOSE 이벤트에 대한 수신은 내부 데이터 매핑과 관계없이도 수행할 수 있기 때문에 GOOSE의 상태를 수신하여 UI에 표시하는 기능을 고려할 경우 클라이언트 적합성 시험절차에 포함될 가능성도 있다.

표 1. UCA IEC 61850 클라이언트 적합성 시험항목  
Table 1. IEC 61850 client Conformance test procedures

Conformance Block	Mandatory	Conditional
1: Basic Exchange	cAss1, cAss2, cAss3, cAss4, cAssN1, cAssN4, cAssN5, cAssN6, cSrv5, cSrvN3	Automatic startup: cAssN7 GetXxxDirectory <sup>1</sup> : cSrv1, cSrv2, cSrv3, cSrv4, cSrvN1 SetDataValues: cSrv6, cSrv4 GetAllDataValues: cSrv7, cSrvN2 Quality: cSrvN6 TimeQuality: cSrvN6
2: Data Sets	cDs1, cDs2, cDs5, cDsN1	GetDataSetValues: cDs3, cDsN2 DataSetValue: cDs4, cDsN3
2+: Data Set Definition	cDs6, cDsN4	DeleteDataSet: cDs7, cDsN5
3: Substitution	cSub1	cSub2, cSub3
4: Setting Group Selection	cSg2, cSgN1	GetLogicalNodeDirectory (SGCB): cSg1 GetSettingGroupValues: Sg3
4+: Setting Group Definition	cSg3, cSg4	
5: Unbuffered Reporting	cRp2, cRp3, cRp4, cRp5, Rp8, cRp9, cRp10, cRpN2, cRpN3, cRpN7, cRpN8	GetLogicalNodeDirectory (URCB): cRp1, cRpN1 Buffer time: cRp6 General interrogation: cRp7 Reserved: cRpN4 Unsupported optflds: cRpN5 Unsupported Trigger: cRpN6

Conformance Block	Mandatory	Conditional
6: Buffered Reporting	cBr2, cBr3, cBr4, cBr5, cBr8, cBr9, cBr10, cBr11, cBr12, cBrN2, cBrN3, cBrN7, cBrN8, cBrN9	GetLogicalNodeDirectory (BRCB): cBrN1 Buffer time: cBr6 General interrogation: cBr7 Purge buffer: cBr13 Reserved: cBrN4 Unsupported optflds: cBrN5 Unsupported Trigger: cBrN6
12a: Direct control	cCtl4, cCtlN1, cDOes1, cDOes2	Test: cCtl1 Check: cCtl2 Change control model: cCtl3
12b: SBO control	cCtl4, cCtlN1, cSBOs1, cSBOs2, cSBOs3	Test: cCtl1 Check: cCtl2 Change control model: cCtl3 Cancel: cSBOs4
12c: Enhanced Direct control	cCtl4, cCtlN1, cDOes, cDOes2	Test: cCtl1 Check: cCtl2 Change control model: cCtl3
12d: Enhanced SBO control	cCtl4, cCtlN1, SBOes1, SBOes2, SBOes3,	Test: cCtl1 Check: cCtl2 Change control model: cCtl3 Cancel: cSBOes4
13: Time sync	cTm1	Optional: cTm2 TimeQuality: cTmN2 clockNotsynchronized: cTmN1
14: File transfer	cFt1, cFt2, cFt3, cFtN1, cFtN2	SetFile: cFt4, cFtN3 DelectFile: cFt5

### 2.3 시험시스템 설계

IEC 61850 클라이언트 적합성 시험시스템은 적합성 시험절차 모델 구현부, IEC 61850 패킷 분석기, 적합성시험시스템 실행부 3가지 모듈로 나누어 하나의 시스템으로 동작하도록 설계하였다. 기존 서버시험에 사용되었던 공인 시험 툴의 경우 UCA 시험절차에 대한 모델링 작업을 프로그래밍 언어를 이용한 Script를 구현해야 했다. 이는 프로그램에 대한 전문적인 지식이 있어야 시험절차를 구성할 수 있었던 단점이 있었고, 추가 편집에 있어 Script 해석 등 난해한 점이 존재하였다. 따라서 본 연구의 적합성 시험절차 모델 구현부는 Script기반의 시험절차 모델이 아닌 시험절차를 그래픽 기반으로 구성하고, 데이터 선택을 일반적인 윈도우즈 환경의 입력 창을 사용할 수 있도록 설계하였다. 시험절차를 모델링하는데 있어 시험 구성모델을 시험가이드, 통신서비스 검증, 시험시작, 반복 등으로 나누었고, 통신서비스의 경우 변전자동화의 데이터의 선택은 시험에 사용하는 서버의 ICD(IEC Configuration Description Language) 파일을 파서(Parser)하여 사용자의 입력을 최소화하도록 하였다. 통신서비스의 검증은 클라이언트의 시험대상이 되는 ACSI(Abstract Communication Service Interface)와 요청 데이터를 선택하고 이에 대한 서버의 응답을 설정하도록 하며, 이때 서버의 응답이 부정일 경우 에러 타입과 메시지를 선택하여 시험판정에 활용할 수 있도록 하였다. IEC 61850 패킷 분석기는 클라이언트 시험시스템이 적합성 시험을 실행하는 가운데 클라이언트와 서버가 주고받는 통신패킷을 OSI-7 계층으로 구분하고 MMS 형식의 통신내용을 IEC 61850의 ACSI로 디코드 해주는 기능을 갖도록 설계하였다. 패킷분석기는 시험절차의 모델링한 내용에 따라 패킷을 분석하여 클라이언트의 통신 요청의 적합여부와 서버의 응답을 확인하여 주며 본 연구에서 필요한 IEC 61850 통신서비스는 아래와 같다.

- IEC 61850 communication association : Associate, Abort, Release
- Data read and write :

- GetServerDirectory, GetLogicalDeviceDirectory, GetDataValues, GetDataDirectory, GetDataDefinition, SetDataValues
- Dataset: GetDatasetValues, SetDatasetValues
- Report service : GetRCBValues, SetRCBValues
- Control: Operate, Select, Cancel, SelectwithValue
- File transfer : GetFile, GetFileAttributeValues, DeleteFile

본 논문에서 설계하는 시험시스템은 프로그램설계 기법인 UML(Unified Modelling Language)로 설계하였으며 그림 3은 각 구성요소를 클래스로 표현한 후 연관관계를 보여주는 Class diagram이다.

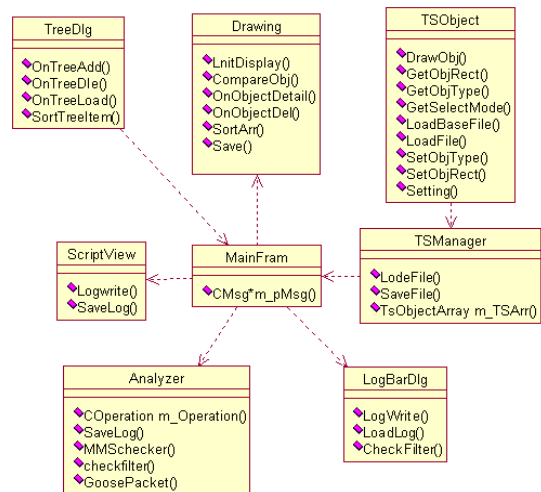


그림 3. 시험시스템 UML Class Diagram  
Fig. 3. UML Class Diagram for the testing System

마지막으로, 적합성시험시스템 실행부는 구현된 시험절차모델링을 시험절차 DB에서 불러드려 Tree View형태로 보여주고 시험자가 시험항목을 선택하게 되면 그림 4와 같이 시험절차 DB에 저장된 내용을 시험시스템이 시험 가이드형식으로 전용 창에 보여줌에 따라 시험자가 클라이언트를 동작하게 된다. 클라이언트 적합성 시험은 서두에서 설명한 것처럼

IEC61850 통신에 대한 적합여부를 검증하는 것이기 때문에 IEC 61850 패킷분석기가 클라이언트와 서버가 주고받은 통신패킷을 분석하여 통신의 적합성 여부를 판정하여 주고 클라이언트가 PIXIT 문서에 규정된 것처럼 반응하는지를 확인한 후 최종 판정하는 순서를 가지도록 설계하였다. 시험시스템은 시험에 사용하는 서버의 ICD 구성내용을 보여주고, 시험과정을 별도의 윈도우즈 화면을 통해 모니터링하도록 구현하고 이때 통신패킷과 시험결과를 상호 연계하는 기호로 구분하여 시험자가 시험판별이 용이하도록 하였고 모든 시험관련 데이터는 별도의 DB에 저장하도록 설계하였다.

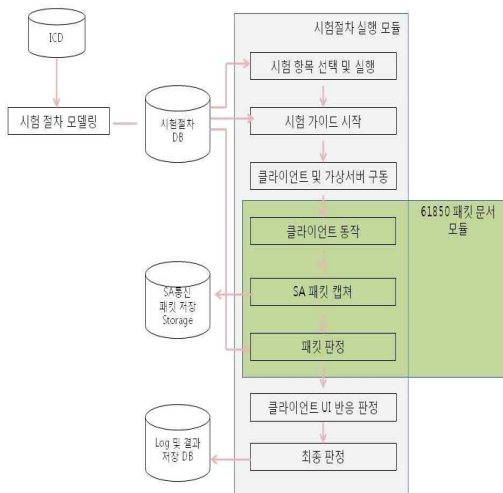


그림 4. 시험시스템 실행 순서도  
Fig. 4. Flow chart of the testing System

## 2.4 시험시스템 구현

2.3절에서 설계한 시험시스템은 Visual C++와 Win-Socket를 이용하여 그림 5와 같이 구현하였다. 구현된 시험시스템의 주요 기능은 다음과 같다.

- ① 툴바 및 메뉴
  - 프로그램의 전반적인 기능과 화면구성을 조정한다.
- ② 시험 시나리오 탐색기
  - 시험 시나리오들의 정보를 볼 수 있으며 시험

할 시나리오 선택 시험 성공/실패 여부를 확인한다.

- ③ Progress, Analyzer
  - 선택 또는 시험 중인 시나리오 구성과 정보를 확인할 수 있으며 시험 시 패킷 분석과 시험을 진행한다.
- ④ SCL Viewer
  - 현재 시나리오와 관련된 서버의 SCL 파일의 구조를 보여준다.
- ⑤ Report
  - 시험의 진행 정보를 출력한다.

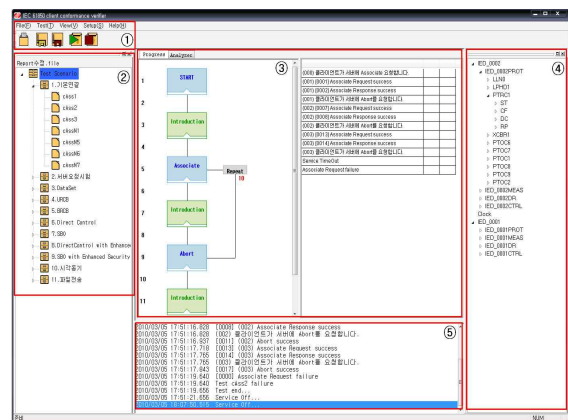


그림 5. 시험시스템 메인화면  
Fig. 5. GUI of the testing System

그림 6은 클라이언트의 시험절차를 모델링할 수 있는 그래픽환경의 편집기를 보여주고 있다.

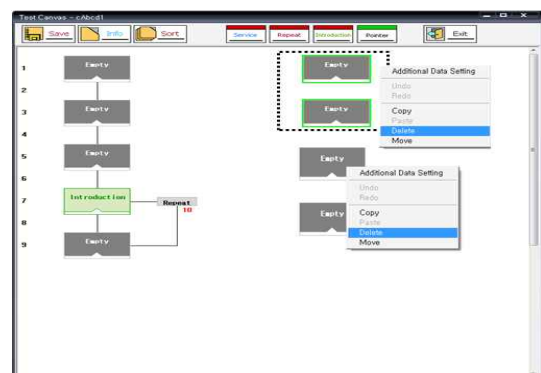


그림 6. 시험시스템 시험절차 편집기  
Fig. 6. Test procedure editor of the testing System

### 3. 결 론

IEC 61850 변전자동화시스템은 전 세계적으로 관심사인 Smart Grid의 핵심 사업 중의 하나로 전력정보의 제공과 지능화된 전력망 구축을 위한 중심에 자리하는 시스템이다. IEC 61850 변전자동화시스템은 국제규격의 통신서비스를 이용하는 상호운용성의 보증을 기반으로 하기 때문에 시스템을 구성하는 IED와 상위운영시스템의 통신상의 적합성 검증의 중요성은 날로 커져가고 있다. 본 연구에서 개발한 클라이언트 IEC61850 시험시스템은 기존 서버 시험에 적용되었던 시험시스템의 단점을 극복하고 시험자가 특별한 프로그램 지식이 없이 시험절차를 모델링하고 수행할 수 있는 세계 최초의 클라이언트 전용의 적합성 시험시스템이다. 본 연구의 성과로 국내 IEC 61850 적합성 시험기술과 시험 툴 개발능력의 우수성을 전 세계적으로 보여주게 되었으며, 국내 전력회사 및 시험기관을 통해 서버와 클라이언트 모듈을 수용할 수 있는 변전자동화 통신 적합성 시험인프라를 갖추게 되었다.

본 연구는 2005년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다(No.R-2005-1-395-003.)

### References

- [1] “디지털 기술기반의 차세대 변전시스템 개발 1단계 보고서”, 한국전력공사, 2008.
- [2] Boris Bastigket, Thomas and Fred Steinhauser “Efficient Testing of Modern Protection IEDs”, Pac world winter, 2008.
- [3] IEC 61850-8-1,SCSM-Mapping to MMS, IEC, 2004.
- [4] IEC 61850-10, Conformance Testing, IEC, 2004.
- [5] Conformance Test Procedures for Server Devices with IEC 61850-8-1 interface Revision 2.2, UCA IUG.
- [6] Conformance Test Procedures for client with IEC 61850-8-1 interface Revision 2.2, UCA IUG, 2009.
- [7] Alex Apostolov, “We can not test 21st century IED with 20st century testing technology”, Pac world winter, 2008.

### ◇ 저자소개 ◇



**이남호**(李南鎬)

1973년 7월 26일생. 1998년 명지대 공대 전기공학과 졸업. 2001년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 2009년 동대학원 전기공학과 박사과정 수료. 2004~2006년 LS산전(주) 전력연구소 주임연구원. 현재 한국전력공사 전력연구원 선임보연구원.



**장병태**(張炳泰)

1964년 12월 23일생. 1990년 부산대 공대 전기공학과 졸업. 1999년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992년~현재 한국전력공사 전력연구원 선임연구원.