

IEC 61850 클라이언트의 보안이 강화된 SBO 적합성 시험에 관한 연구

이남호*, 장병태*, 이민수*, 윤석민*
한국전력공사 전력연구원*

A Study on the Enhanced SBO Conformance Test of IEC 61850 based Client

N.H LEE*, B.T Jang*, M.S LEE*, S.M Youn*
KEPCO Research Institute*

Abstract - 변전소를 구성하는 모든 설비를 가상의 데이터 모델로 구현하고 모든 제품에 동일한 데이터 정보객체를 가지고 구현하는 것을 의미하는 IEC 61850 기반의 변전자동화 IEC 61850 기반의 변전자동화 시스템을 구성하는 제품의 상호운용성이 보장되어야 하며, UCA의 국제전문가모임에서는 제정한 IEC 61850 통신서비스 시험항목으로 구성된 적합성 인증 항목을 IED와 상위운영시스템이 만족하는 것이 최소한의 기본 조건이다. 본 논문에서는 IEC 61850에서 명시하는 4가지 제어모델 중 가장 복잡하고 클라이언트 입장에서 고려해야 할 사항이 많은 SBOes 클라이언트 적합성 시험모델링과 시험사례를 다루고자 한다.

직접제어를 위한 Operate 명령을 내려 서버가 클라이언트 요청에 응답하는 과정을 검증하고, 클라이언트가 서버에 보내오는 CommandTermination을 인지하는지 확인하는 제어 서비스

- Enhanced SBO Control (SBOes) 클라이언트가 서버에 Select(w), Operate, Cancel 요청을 시험자가 설정한 값에 따라 서버에 요청하는지 확인하고, 클라이언트가 서버가 보내오는 CommandTermination을 인지하는지 확인하는 제어 서비스

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 변전자동화 시스템 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 61850 기반의 변전자동화 IEC 61850 기반의 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. 변전자동화시스템에서 서버인 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 2009년 클라이언트 적합성 시험절차가 제정되었지만 전 세계적인 관심도에 비례해서 시험 및 틀 개발의 속도가 늦은 상태에 있다. 한국전력공사 전력연구원은 "디지털 기술기반의 차세대 변전시스템 개발"을 통해 축적된 IEC 61850 서버 적합성 시험기술을 기초로 하여 UCA에서 제정한 클라이언트 적합성 시험절차를 사용자가 쉽게 모델링할 수 있고 적합성 시험할 수 있는 클라이언트 적합성 시험 시스템 개발을 완료하였다[1-5]. 본 논문에서는 IEC 61850에서 명시하는 4가지 제어모델 중 가장 복잡하고 클라이언트 입장에서 고려해야 할 사항이 많은 SBOes(SBO control with enhanced security) 클라이언트 적합성 시험모델링과 시험사례를 다루고자 한다.

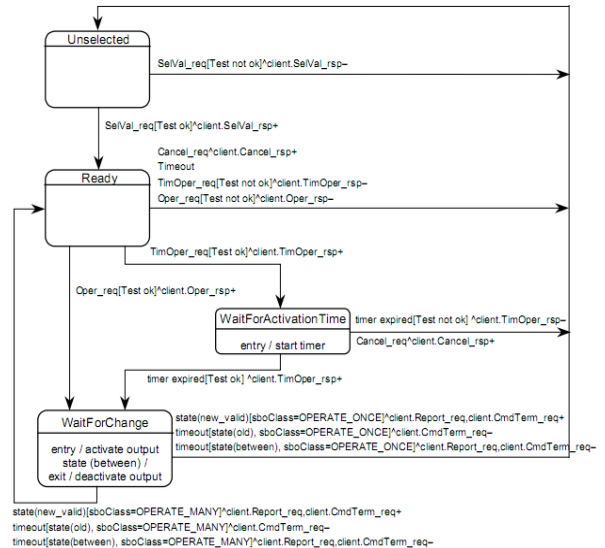
본 논문에서 다루고자하는 SBOes 제어 서비스는 제어 객체 값을 선택하여 Select(w)와 operate 명령을 내려 제어결과에 대한 피드백 값을 전송받게 된다. 이때 제어 명령이 정상적으로 실행되면 commandTermination+ 리포트를 전송받게 되고, 제어명령에 대한 실행이 안 될 경우, 서버인 IED로부터 부정응답과 함께 원인에 대한 commandTermination- 리포트를 서버로부터 전송받게 된다. IEC 61850 규격에서는 클라이언트가 서버인 IED에 SBOes 제어요청을 할 때 IED 제어신호 출력에 지연시간을 고려하는 TimeActivatedOperate를 다루고 있지만, 실제 구현된 장치가 없기 때문에 본 논문에서는 제외하고자 한다. 그림1은 IEC 61850-7-2에서 설명하는 SBOes의 전체적인 흐름을 보여준다.

2. 본 론

2.1 IEC 61850 제어 통신서비스

변전자동화 국제 규격인 IEC61850에서는 클라이언트와 서버의 통신관계를 가지고 변전소의 차단기 등 스위치 장비를 제어할 수 있는 다음의 4가지 형태의 제어 통신서비스를 정의하고 있다.

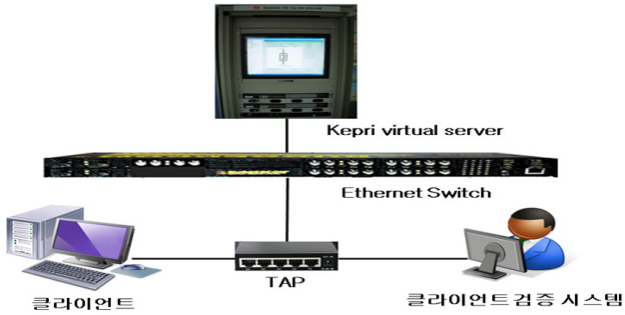
- Direct control (DOs) 클라이언트가 서버에 직접제어를 위한 Operate 명령을 내려 클라이언트가 선택한 Ctlval의 상태 값이 변경되었는지 확인하는 제어 서비스
- SBO control (SBOs) 클라이언트가 서버에 Select제어를 위한 Select, Operate, Cancel 서비스를 요청하고 서버의 긍정/부정 응답을 인지하는지 검사하는 제어 서비스
- Enhanced Direct Control (DOes) 클라이언트가 서버에 enhanced



〈그림 1〉 SBOes 제어 흐름도

2.2 클라이언트 적합성 시험시스템

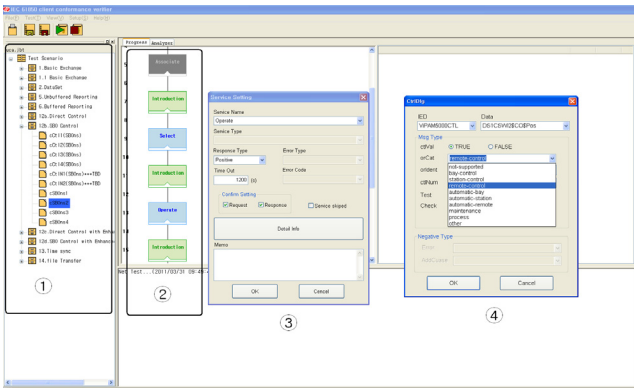
클라이언트 적합성 시험 시스템은 가상서버와 클라이언트가 통신상에 주고받는 통신데이터를 IEC 61850통신 패킷분석기(Analyzer)로 분석할 수 있고, 자체적으로 국제 변전자동화 시험제정기관의 클라이언트 적합성 시험절차(Revision1.1)를 시험객체(Object) 기반으로 모델링하여 적합성 시험을 수행할 수 있다. 클라이언트 적합성 시험은 시험 대상인 클라이언트가 이더넷 스위치를 통해 IED Server(가상서버)와 연결되고 통신 패킷 분석을 통해 클라이언트의 IEC 61850 통신서비스 요청에 대한 적합성과 가상서버의 리포트를 포함한 통신응답의 해석 능력을 검증할 수 있도록 그림 2와 같이 시험시스템을 구성한다.



〈그림 2〉 클라이언트 적합성 시험 구성도

2.3 클라이언트 SBOes 적합성 시험 모델링 구현

본 절에서는 IEC 61850 클라이언트 적합성 시험 절차의 14개 항목 중 SBOes 시험 항목을 IEC 61850 클라이언트 적합성 시험 시스템을 이용하여 모델링하는 과정을 다루고자 한다. 클라이언트 적합성 시험 시스템은 SBOes관련 제어서비스를 포함한 IEC 61850에서 제공하는 모든 통신서비스를 모델링할 수 있다. 기존 서버시험에 사용되었던 공인 적합성 시험 틀은 UCA 시험 절차에 대한 모델링 작업을 프로그래밍 언어형식의 Script를 구현해야 했다. 이는 적합성 시험자가 하여금 프로그램에 대한 전문적인 지식을 필요로 하는 어려움이 있었지만 클라이언트 적합성 시험시스템의 경우 Script가 아닌 시험자의 마우스 동작으로 선택이 가능한 객체기반의 시험모델을 사용하여 시험의 편의성이 높은 특징이 있다. 그림 3은 IEC 61850 클라이언트 적합성 시험 시스템을 이용하여 SBOes제어 시험절차를 구현하는 과정으로 보여준다.



〈그림 3〉 SBOes제어 적합성 시험절차 구현

그림3의 ①번은 IEC 61850 클라이언트 적합성 시험 절차항목들을 트리형식으로 보여주며, 각각의 시험 케이스를 추가 및 삭제할 수 있는 기능을 가지고 있다. 현재 14개 항목에 포함된 100여의 시험케이스 모두가 구현이 완료된 상태이고 ②번은 선택한 시험절차의 모델링한 내용을 보여준다. 시험이 진행되면 진행되는 시험모델의 색을 반전하여 시험자에게 현재의 시험 진행 과정을 전달해준다. ③번은 클라이언트 적합성 시험절차를 모델링하는 과정 중 IEC 61850 통신 서비스를 선택하는 과정이다.

본 논문에서는 클라이언트 SBOes제어 요청과 관련하여 select(w), operate, cancel 서비스를 선택하고 그 서비스에 대한 서버로부터 기대하는 긍정 및 부정 응답을 선택할 수 있다. ④번은 ③번에서 선택한 IEC 61850 SBOes 통신서비스를 내릴 수 있는 서버의 제어객체를 선택하고 클라이언트가 제어요청을 내릴 때 사용하는 제어객체의 속성 값 CtlVal, Origin, Orcat, Test, Check 을 입력한다. 이때 서버로부터 부정응답을 수신함을 선택한 경우, 에러 메시지와 함께 기대하는 Unconfirmed Report의 내용을 추가적으로 설정할 수 있다.

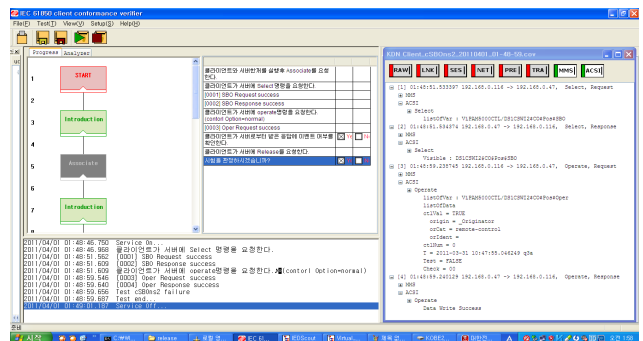
2.4 클라이언트 SBOes 적합성 시험사례

다음 표1에서는 클라이언트의 SBOes제어와 관련된 전체 시험항목의 내용을 설명하였다. 이 중 본 절에서는 cSBOes2의 시험항목을 가지고 시험사례를 보여주하고자 한다. 오픈스카에서 개발한 IED SCOUT을 클라이언트 적합성 시험대상으로 정하고, 클라이언트 적합성 시험을 위한 서버는 전력연구원에서 개발한 IEC 61850 가상서버 시스템을 사용하였다.

〈표 1〉 SBOes 제어 성능테스트 항목

시험항목	시험내용
cCtl1(SBOes)	클라이언트가 서버에 제어객체의 속성 Test=true로 설정할 수 있는지 검사한다.
cCtl2(SBOes)	클라이언트가 서버에 제어객체의 속성 CHECK(Synchro-check, interlock-check)를 설정할 수 있는지 검사한다.
cCtl3(SBOes)	제어 모델을 클라이언트가 변경할 수 있는지 검사한다.
cCtl4(SBOes)	클라이언트가 서버에 제어서비스를 요청할 때 ctlNum, originator, category와 identification 값을 설정할 수 있는지 검사한다.
cCtlN1(SBOes)	서버가 보내온 응답이 제어 모델이 일치하지 않은 것임을 클라이언트가 인지할 수 있는지 확인한다.
cCtlN2(SBOes)	SCI 파일을 통해 클라이언트가 요청하는 제어객체와 서버에 없을 경우 이를 서버의 응답을 통해 확인할 수 있는지 검사한다.
cSBOes1	클라이언트가 잘못된 데이터를 가지고 서버에 Select(w)하였을 때 부정적인 응답을 인지할 수 있는지 검사한다.
cSBOes2	클라이언트가 서버에 정상적으로 Select(w)서비스와 operate명령을 내릴 수 있는지 검사한다.
cSBOes3	클라이언트가 서버에 정상적으로 Select(w)서비스를 정상적으로 요청하였지만 operate명령에 서버가 부정응답을 할 경우 이를 인지할 수 있는지 검사한다.
cSBOes4	클라이언트가 서버에 정상적으로 Select서비스를 요청한 이후 cancel 명령을 내릴 수 있는지 검사한다.

그림4는 cSBOes2에 대한 시험과정의 통신 패킷을 보여준다. 클라이언트는 서버의 ViPAM5000CTL.BK1CSWI1\$COSPos에 Select(w)명령을 내려 서버로부터 긍정응답을 받고, 서버의 SboTimeout 이전에 Operate명령을 전송하여 서버로부터 제어명령이 정상적으로 이루어졌음을 의미하는 피드백 리포트인 CommandTermination+를 클라이언트가 수신했음을 통신패킷을 통해 확인 할 수 있다.



〈그림 4〉 SBOes2 통신 패킷 분석

3. 결 론

본 논문에서는 IEC 61850 클라이언트 적합성 시험가운데 SBOes 시험절차를 모델링하는 과정과 시험사례에 대해 기술하였다. 현재 전력연구원에서는 국내 클라이언트(HMI, Gateway) 대상으로 대한 다양한 제어 시험을 수행 중에 있어 국내 변전자동화시스템의 제품 완성도를 향상시키고 상호운영성을 보장할 수 있을 것을 기대한다.

【참고 문헌】

- [1] 한국전력공사, “시스템 성능검증 및 실증시험”, 2단계보고서, 지식경제부, 2009.
- [2] 한국조명·전기설비학회, 이남호, 장병태 “변전자동화 통신 적합성 검증을 위한 클라이언트 IEC 61850 시험시스템 개발”, 2010
- [3] IEC 61850-7-2, Communication network and systems in substation- Part7-2: Basic communication structure for substation and feeder equipment-ACSI, IEC2004
- [4] IEC 61850-10, Communication network and systems in substation- Part10: Conformance Testing, IEC2004
- [5] Conformance Test Procedures for client system with IEC 61850-8-1 interface Revision 1.1, UCA IUG, 2009