

시각동기를 포함하는 IEC 61850 클라이언트 file 통신 적합성 시험 시스템

이남호\*, 장병태\*, 이민수\*, 윤석민\*  
한국전력공사 전력연구원\*

the Conformance Testing System of File and Time Synchronization Communication of IEC 61850 based Client

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

**Abstract** - 현재 한국전력공사 전력연구원은 IEC 61850 패킷 분석이 가능하고 IEC 61850 통신규격 제정기관인 UCA(Utility Communication Architecture)에서 발행된 클라이언트 적합성 시험절차서(Rev 1.1)에 대한 시험모델링이 가능한 클라이언트 전용의 시험시스템 개발을 완료하였다[1-5]. 본 논문은 IEC 61850 클라이언트 적합성 시험 중 변전자동화의 파일 전송시험과 타임서버관련 시험모델링과 사례를 다루고자 한다.

서비스이고, DelectFile은 서버에 존재하는 파일을 지우는 서비스 이다. GetFileAttributeValues는 서버가 가지고 있는 File들의 속성 값을 읽을 수 있는 서비스이다.

1. 서 론

변전자동화의 통신규격 규격인 IEC 61850의 10장에서는 변전자동화시스템의 서버인 IED(Intelligent Electronic Device)에 대하여 통신서비스와 상호운영성의 적합성 검사를 어떻게 수행하는지 명시하고 있지만, 상대방인 클라이언트의 경우에는 시험 요구사항만을 정의하고 있을 뿐이다. 전력IT 중대형전략과제 “시스템 성능검증 및 실증시험”과제에서는 IEC 61850 기반의 클라이언트의 적합성 시험을 위한 연구가 진행 중에 있다. 현재 한국전력공사 전력연구원은 IEC 61850 패킷 분석이 가능하고 IEC 61850 통신규격 제정기관인 UCA(Utility Communication Architecture)에서 발행된 클라이언트 적합성 시험절차서(Rev 1.1)에 대한 시험모델링이 가능한 클라이언트 전용의 시험시스템 개발을 완료하였다[1-5]. 본 논문은 IEC 61850 클라이언트 적합성 시험 중 변전자동화의 파일 전송시험과 타임서버관련 시험모델링과 사례를 다루고자 한다.

2. 본 론

2.1 IEC 61850 File 전송, 타임서버

클라이언트는 서버가 가지고 있는 다양한 크기의 파일들을 읽고, 쓰고, 지우기를 요청할 수 있고, 요청한 파일에 대해 서버는 파일 또는 파일의 속성을 제공할 수 있으며 그림1은 파일전송과 관련하여 IEC 61850 7-2에서 명시하는 파일속성과 관련 통신서비스 정의를 보여준다.

Table 43 - FILE class definition

FILE class		
Attribute name	Attribute type	Value/value range/explanation
FileName	VISIBLE STRING255	
FileSize [0...1]	INT32U	
LastModified	TimeStamp	
Services		
GetFile		
SetFile		
DeleteFile		
GetFileAttributeValues		

<그림 1> File 전송 서비스 모델

- FileName: 서버의 파일 저장소에 있는 파일의 이름
- FileSize: 파일 저장소에 있는 파일의 길이
- LastModified: 파일이 마지막으로 수정된 시간

파일전송에 사용하는 IEC 61850 통신서비스는 GetFile, SetFile, DelectFile, GetFileAttributeValues 이다. GetFile은 클라이언트가 서버에 가지고 있는 다양한 File을 가져오는 서비스로 3가지 단계로 이루어지는데 Open, Read, close로 나누어진다. open명령을 내리면 크기와 시간이 전송되고, Read하면 파일의 내용을 읽을 수가 있으며 close명령을 내려 파일 읽기를 종료한다. SetFile은 클라이언트가 파일을 서버에 보내는

Table 1 - TimeStamp type

TimeStamp type definition			
Attribute name	Attribute type	Value/value range/explanation	M/O
SecondSinceEpoch	INT32	(0...MAX)	M
FractionOfSecond	INT24U	Value = SUM from i=0 to 23 of bi*2 <sup>i</sup> -(i+1); Order = b0, b1, b2, b3, ...	M
TimeQuality	TimeQuality		M

Table 2 - TimeQuality definition

TimeQuality definition			
Attribute name	Attribute type	Value/Value range/explanation	M/O
	PACKED LIST		
LeapSecondsKnown	BOOLEAN		M
ClockFailure	BOOLEAN		M
ClockNotSynchronized	BOOLEAN		O
TimeAccuracy	CODED ENUM	Number of significant bits in the FractionOfSecond; Minimum time interval shall be: 2 <sup>n</sup> -n	M

Table 3 - TimeAccuracy

n	Resulting TimeAccuracy (2 <sup>n</sup> -n)	Corresponding time performance class defined in IEC 61850-5
31	-	- unspecified
7	approx. 7,8 ms	10 ms (performance class T0)
10	approx. 0,9 ms	1 ms (performance class T1)
14	approx. 61 μs	100 μs (performance class T2)
16	approx. 15 μs	25 μs (performance class T3)
18	approx. 3,8 μs	4 μs (performance class T4)
20	approx. 0,9 μs	1 μs (performance class T5)

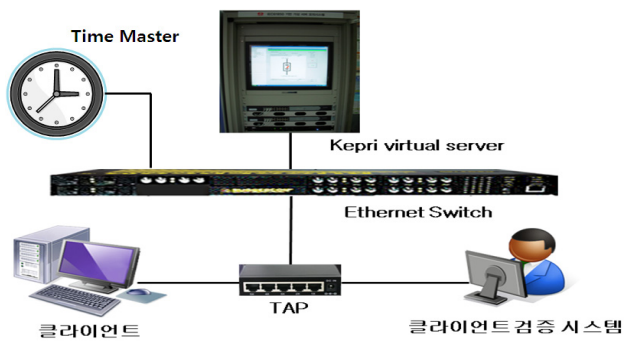
<그림 2> 타임서버의 서비스 모델

그림2는 IEC 61850에서 명시하는 시각동기와 관련 시간(Time)관 관련한 여러 가지 속성들을 보여준다. 클라이언트가 가지고 있는 시간정보는 타임서버 시간이 변경될 때 마다 클라이언트에 설정된 스캔주기에 의해서 변경되어야 한다. 그림 2의 첫 번째 테이블은 TimeStamp type 대해 설명한 것이다. SecondsinceEpoch: 1970.01.01 00:00:00 UTC에서부터 연속적으로 카운트된 초 시간 간격을 표현하고, FractionOfSecond: TimeStamp에서 초 값으로 결정될 때 비율, TimeQuality:총 8비트로 구성되어있는데 그중 3비트는 두 번째 테이블에서 보이는 것처럼 LeapSecondsKnow, Clockfailure, ClockNotSynchronized을 각각 의미한다. LeapSecondsKnow는 SecondsinceEpoch값이 윤초를 반영한다면 TRUE(1),반영하지 않는다면 FALSE(0)로 표현한다. Clockfailure은 전송장치 타임소스가 불가능하다는 것을 나타내므로 TimeSeamp를 무시하면 TRUE(1), 무시하지 않는다면 FALSE(0)으로 표현한다. ClockNotSynchronized는 전송장치의 타임소스가 외부 UTC시간과 동기화 되지 않는 것을 나타내므로 동기화된다면 FALSE(0), 동기화되지 않는다면 TRUE(1) 표현한다. 이 3비트 표현은 2진 값으로 표현되지만 IEC 61850 ACIS(Abtract Communication Service Interface) 표현될 때는 16진수로 표현된다. 그리고 세 번째 테이블은 나머지 5비트를 표현하는 TimeAccuracy에 관한 것으로 외부 UTC시간에 대한 전송 장치의 타임소스 시간에 대한 정확도 등급을 나타낸다.

2.2 시각동기를 포함하는 IEC 61850 클라이언트 통신 시험 구성

클라이언트 적합성 시험 시스템은 가상서버와 클라이언트가 통신상에 주고받는 통신데이터를 IEC 61850통신 패킷분석기(Analyzer)로 분석할 수 있고, 자체적으로 시험절차(Revision1.1)를 시험객체(Object) 기반의 모델링하여 적합성 시험관정을 결정할 수 있다. 클라이언트 적합성 검증 시험시스템 구성은 그림3과 같이 시험 대상인 클라이언트가 이더넷 스

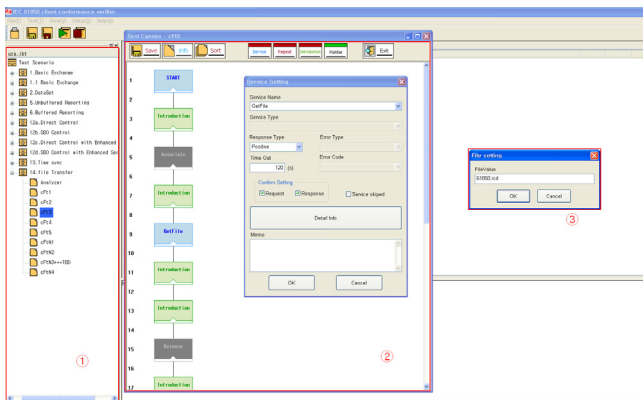
위치를 통해 IED Server(가상서버), 그리고 타임서버가 연결되어 통신 패킷 분석을 통해 IEC 61850 통신서비스와 데이터를 검증한다.



〈그림 3〉 IEC 61850 클라이언트 적합성 시험시스템 구성도

### 2.3 시험 시스템 시험절차 모델링 구현

그림4는 한국전력공사 전력연구원에 개발한 IEC 61850 클라이언트 적합성 시험 시스템이다. 이 시험 시스템은 IEC 61850에서 제공하는 모든 통신서비스를 모델링할 수 있다. 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 변경하여 시험자에게 현재의 시험 진행 과정을 전달해주고 클라이언트 적합성 시험절차를 모델링하는 과정 중 IEC 61850 통신 서비스를 선택하는 과정이다. 본 논문에서는 클라이언트 File 서비스를 요청과 관련하여 GetFile, SetFile, DeleteFile, Getserverdirectory(file) 서비스를 선택하고 그 서비스에 대한 서버로부터 기대하는 긍정 및 부정 응답을 선택할 수 있다. ③번은 클라이언트가 서버에 저장되어 있는 파일이름을 설정하는 것이다. 설정된 파일은 클라이언트가 Opne, Read, Close로 단계로 순차적으로 요청하여 가져올 수 있다.



〈그림 4〉 File 전송 적합성 시험절차 구현

### 2.4 시각동기를 포함하는 file 전송 시험 및 사례

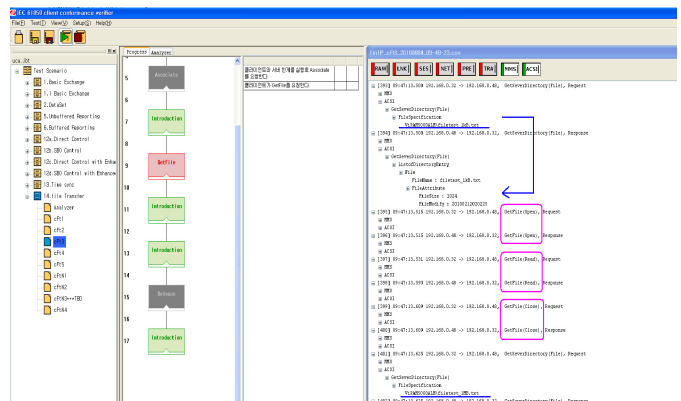
다음 표1은 File전송과 시각동기의 전체적인 시험항목들만 간단하게 설명하였고, 본 시험에서는 cFt3 시험사례를 보여주고자 한다. IEC 61850 국제공인인증기관 KEMA에서 개발한 UniCA 61850 시뮬레이터를 클라이언트 적합성 시험대상으로 정하고, 서버인 IED는 전력연구원에서 개발한 가상서버 시스템을 사용하였다.

〈표 1〉 Tm, Ft 제어 성능테스트 항목

시험항목	시험내용
cTm1	클라이언트가 타임 동기화를 지원하는지 검사
cTm2	PIXIT에 기재된 Time Accuracy를 지원하는지 검사

cTmN1	클라이언트가 타임서버의 시간동기를 잃을 경우 인지하는지 검사
cTmN2	클라이언트가 서버로부터 오는 TimeStamp의 quality를 처리할 수 있는지 검사
cFt1	클라이언트가 GetServerDirectory(FILE)요청하고 응답하지는 검사
cFt2	클라이언트가 GetFileAttributeValues요청하고 응답하지는 검사
cFt3	클라이언트가 GetFile요청하여 크기별로 응답하는지 검사
cFt4	클라이언트가 SetFile요청하여 파일을 만들 수 있는지 검사
cFt5	클라이언트가 서버에 저장된 파일을 DeleteFile요청하여 지울 수 있는지 검사
cFtN1	클라이언트가 없는 파일을 GetFile요청하여 부정응답이 전송되는지 검사
cFtN2	클라이언트가 없는 파일을 GetFileAttributeValues 요청하여 부정응답이 전송되는지 검사
cFtN3	클라이언트가 SetFile을 요청하여 파일을 만들 수 없고 부정응답이 전송되는지 검사

그림5는 cFt3대한 시험절차 통신 패킷을 보여준다. 클라이언트는 가상 서버에 저장된 다양한 크기(0Byte, 1KByte, 1MByte)의 파일에 대한 GetFile 서비스를 요청한다. 통신패킷 분석을 통해 파일에 대한 속성 값이 가상서버로부터 전송되었으며, 클라이언트의 요청에 의해 선택된 파일이 GetFile(Open), GetFile(Read), GetFile(close)의 단계를 거쳐 전송되었음을 확인할 수 있다.



〈그림 5〉 cFt3 통신 패킷 분석

## 3. 결 론

본 논문에서는 IEC 61850 클라이언트 적합성 시험 가운데 파일전송과 시각동기 시험절차 모델링과 사례에 대해 기술하였다. 클라이언트 적합성시험은 변전자동화 시스템을 구축함에 있어 서버인 IED와의 완벽한 상호운용성을 보장하기 위해 반드시 필요한 시험 중 하나이다. 현재 전력연구원서는 개발된 시험절차 시스템과 모델링을 통해 국내 클라이언트에 대한 적합성 사전 시험을 진행 중에 있다.

### [참 고 문 헌]

- [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