

# IEC 61850 IED대상 데이터세트 적합성 시험에 관한 연구

(Study on the dataset conformance testing IEC 61850 based IED)

이남호 · 장병태 · 김지희  
 ( N.H LEE · B.T Jang · J.H Kim )  
 한국전력공사 전력연구원,

## Abstract

KEPRI has carried out IEC61850 communication conformance test about the IED trial products. This paper describes dataset conformance testing, one of the IEC 61850-10 conformance test items, and test procedures on IED. KEPRI plans to construct the testing field of IEC 61850 based substation automation system with domestic IEDs confirmed their IEC 61850 communication service including dataset.

## 1. 서론

한국전력공사 전력연구원에서는 IEC 61850 기반의 디지털 변전소와 관련된 전력 IT과제인 디지털기술기반의 변전자동화 시스템 개발의 세부 과제인 시스템 성능 검증 및 실증시험을 수행함에 있어 개발되는 국내 IED(Intelligent Electronic Device) 시작품에 대한 IEC 61850규격에 대한 통신 적합성 시험을 수행하고 있다 [1-3]. IEC 61850적합성 시험 항목은 14개의 카테고리 구성되어 있는데 본 논문에서는 상위시스템으로의 데이터전송 및 변전자동화시스템의 상호운용을 위한 중요 통신서비스 항목인 데이터세트의 적합성 시험을 다루고자 하며, 시험은 IEC 61850 국제인증기관인 KEMA에서 개발한 Tool인 UniCASim61850, UniCA analyzer를 사용하여 시험을 진행하였다.

## 2. 본론

### 2.1. IEC61850 데이터세트

데이터 세트는 IED에 구현된 IEC 61850 데이터 모델(Logical node)의 데이터들을 사용목적에 따라 그룹화 한 것으로 데이터세트 적합성 시험은 클라이언트와 서버간의 연결을 전제로 하여 이루어지는 시험이다. 데이터세트는 리포트, 로그, GOOSE 서비스를 제공하기 위한 기본토대로 데이터세트에 대한 IED의 서비스응답이 제대로 이루어질 때 관련 서비스로 시험이 이어질 수 있다. 시험항목은 크게 데이터세트와 데이터세트정의로 나누어져 있으며 서버가 데이터를 생성, 삭제 그리고 값 취득이 설정한 값에 따라 이루어지는지 검증한다. 지원

되는 서비스는 다음과 같다.

- GetLogicalNodeDirectory
- CreateDataSet
- DeleteDataSet
- GetDataSetDirectory,
- GetDataSetValues
- SetDataSetValues

시험은 표 1과 같이 필수적으로 검사해야 할 항목인 Mandatory와 선택적 검사항목인 Conditional로 구성되어 있다.

표 1 데이터세트 적합성 시험 항목  
 table 1. Test items of dataset conformance

| 적합성 시험블록    | Mandatory                         | Conditional                                    |
|-------------|-----------------------------------|--|
| 2 :데이터세트    | Dset1,Dset10a, DsetN1ae           | SCL-SetDataSetValues:Dset10b, DsetN1b, DsetN16 |
| 2+:데이터세트 정의 | Dset2-9, DsetN1cd, DsetN2-DsetN15 |  |

### 2.2 데이터세트 적합성 시험

데이터세트 적합성 시험을 위해 서버인 IED에서 지원하는 서비스는 다음 같으며 각 시험 항목에 대한 상세 내용은 표2에 정리하였다.

- GetLogicalNodeDirectory(DATA-SET)
- GetDataSetValues
- GetDataSetDirectory

표 2 세부 시험 내용  
table. 2. Contents of dataset test

| 항목      | 시험내용  |
|---------|---|
| Dset1   | GetLogicalNodeDirectory서비스를 요청하고 그 응답에 대해 GetDataSetDirectory와 GetDataSetValues서비스를 요청하여 응답을 검사 |
| Dset10a | GetDataValues와 SetDataValues서비스를 통해 GetDataSetValues서비스를 검증                                     |
| DsetN1a | 잘못된 파라미터로 GetDataSetValues서비스를 요청하여 부정응답이 오는지 검사  |
| DsetN1e | 잘못된 파라미터로 GetDataSetDirectory서비스를 요청하고 부정 응답이 오는지 검사  |

데이터셋을 시험하기 위해 UniCASim61850 시뮬레이터의 스크립트 설정이 필요하다. 스크립트의 Data selection의 GC\_PREDEFINED\_DATASET에서 IED에 미리 정의되어 있는 데이터셋을 설정한다. 이는 DsetN1의 시험을 위해 잘못된 가상의 데이터셋을 만들기 위한 레퍼런스 설정으로 그림 1과 같다.

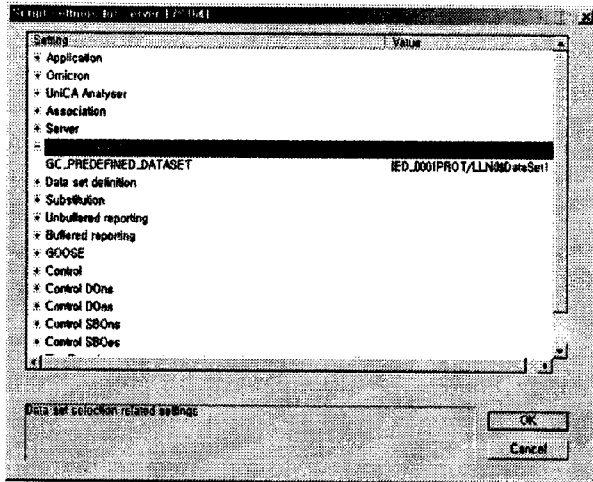


그림 1 데이터 세트의 스크립트 설정  
Fig. 1. script setting of dataset selection

### 2.2.1 시험사례

데이터 세트 적합성 시험 가운데 양성검사인 Dset1과 음성검사인 DsetN1a를 사례로 들어 설명하고자 하며 시험대상으로 배전선로 보호 IED인 SIEMENS의 7SJ64를 사용하였다.

Dset1은 GetLogicalNodeDirectory(DATA\_SET)서비스를 요청하여 받은 IED의 데이터셋에 대해 GetDataSetDirectory, GetDataSetValues서비스를 요청하고 긍정응답이 오는지 검사하는 시험이다.

GetLogicalNodeDirectory는 검사한 논리적 노드의 ObjectReference 목록을 검색하는 서비스로 IED로부터 IED\_0001CTRL, iED\_0001DR, IEC\_0001PROT, IED\_0001MAES인 4개의 논리적 디바이스(Logical device)를 검색하고, DataSet을 가지는 논리적 디바이스로 IED\_0001PROT의 LLN0\$DataSet1을 검색하였다.

이 데이터셋이 가지는 데이터를 검색하기 위해 어

트리뷰트 검색 서비스인 GetDataSetDirectory를 사용하여 IED\_0001PROT/PROT/PTRC\$ST\$Tr\$Q와 IED\_0001PROT/PROT/PTRC\$ST\$Tr\$general을 검색하였다. 다시 GetDataSetValues서비스를 통해 해당 데이터의 값을 검색한다. IED와 클라이언트 시뮬레이터 간에 주고받는 통신서비스는 그림 2와 같이 네트워크 어날라이저를 통한 통신패킷을 캡처하여 확인 가능하며 이에 대한 클라이언트의 시험결과 분석은 로그파일을 통해서 확인할 수 있다.

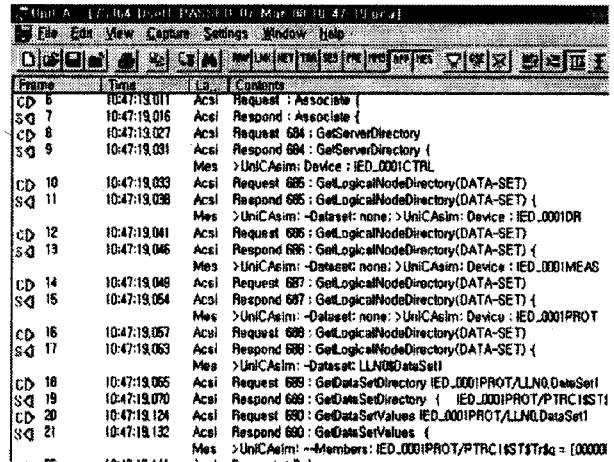


그림 2 Dset1 통신 패킷 분석  
Fig. 2. Analysis of Dset1 communication

음성검사인 DsetN1a는 잘못된 파라미터로 GetDataSetValues서비스(데이터셋의 모든 값을 검색하는 서비스)를 요청하여 IED의 서비스에러메시지가 IEC 61850 규격을 따르는지를 검증하는 항목으로 6단계의 시험으로 이루어진다.

테스트1은 IED에 존재하지 않는 데이터셋을 요청하고 에러메시지의 발생 여부를 시험하고 테스트2는 데이터셋은 존재하지만 계층적으로 잘못된 논리적 노드를 요청하여 에러메시지를 확인하며 테스트3은 존재하지 않는 논리적 디바이스의 데이터셋을 요청하여 에러메시지를 확인한다. 테스트4는 IED에 존재는 하지만 데이터셋이 없는 논리적 디바이스에 데이터셋을 요청하여 에러메시지를 확인하고, 테스트5는 IED의 실제 구현된 데이터셋의 레퍼런스에 존재하지 않는 논리적 노드를 변형하여 데이터셋을 요청하여 에러메시지를 확인하며 마지막으로 요청하는 논리적 노드에 데이터셋이 없는 곳에 데이터셋을 요청하여 에러메시지가 규격과 맞게 발생하는지 시험한다. siemens IED의 경우 6가지 시험에서 "object-non-existent"라는 에러메시지가 발생하였음을 로그파일 및 통신패킷을 통해 확인할 수 있으며 에러메시지를 통한 시험의 통과 여부는 IEC61850의 8-1에 근거한 표3의 GetDataSetValues서비스의 service error에 따라 결정된다.

표 3 GetDataSetValues서비스의 에러메시지  
 Table 3. MMS Access result mapping to GetDataSetValues Service error

| ACSI Service error              | AccessResult Code       |
|---------------------------------|-------------------------|
| instance-not-available          | object-non-existent     |
| access-violation                | object-access-denied    |
| parameter-values-inconsistent   | invalid-address         |
| instance-locked-by-other-client | temporarily-unavailable |
| type-conflict                   | type-inconsistent       |
| failed-due-to-server-constraint | hardware-failure        |

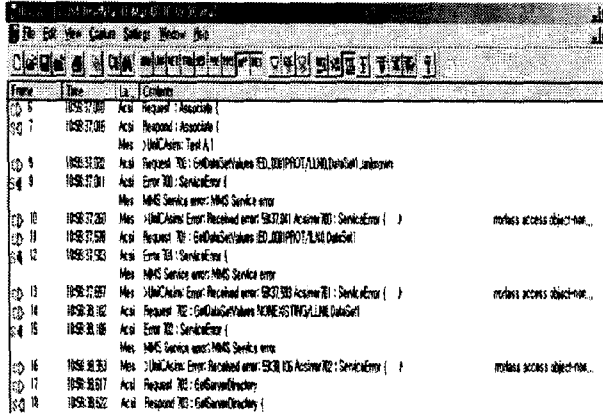


그림 3 DsetN1a 통신 캡처 분석  
 Fig. 3. Analysis of DsetN1a communication

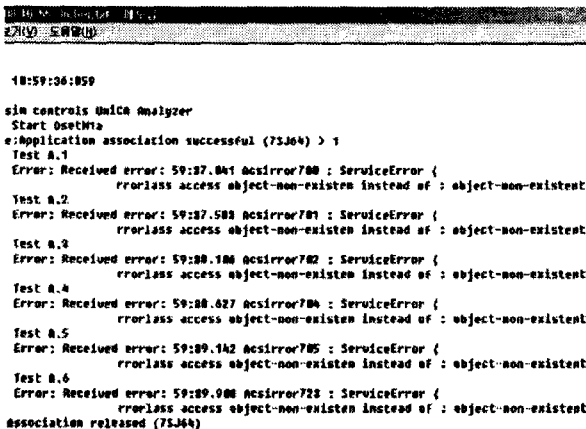


그림 4 DsetN1a 로그화면  
 Fig. 4. log window of DsetN1a

### 2.3 데이터세트 정의 적합성 시험

데이터세트 정의 적합성 시험은 데이터세트의 생성과 삭제와 관련된 것으로 IED가 지원하는 서비스 종류는 아래와 같다.

- CreateDataSet
- DeleteDataSet

위의 서비스를 가지고 UCA의 국제전문가그룹에 정한 데이터세트 정의 적합성 시험의 mandatory 항목은 표 4와 같다. 데이터세트 정의 적합성 시험의 경우 시험대상 IED가 동적(Dynamic) 데이터세트의 생성, 삭제 기능을 지원하는 경우 시험을 수행할 수 있으며, 데이

터세트 정의 적합성 시험을 수행하기 위해 데이터세트 적합성 시험과 마찬가지로 시뮬레이터 스크립트의 사전 설정이 필요하다. 그림5는 SIEMENS IED의 특성에 맞게 스크립트를 설정한 화면을 보여주고 있으며 각 항목에 대한 설정내용은 아래와 같다.

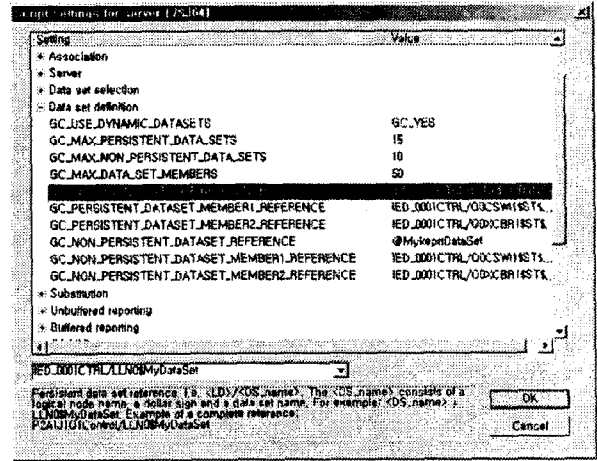


그림 5 Data set definition 스크립트 설정  
 Fig. 5. script setting of dataset definition

- 동적(Dynamic) 데이터세트 기능 지원여부
- 최대 생성 가능한 영속성(persistent) 데이터세트의 수 설정(75J64의 경우 15로 설정)
- 최대 생성 가능한 비영속성(non-persistent) 데이터세트의 수 설정(75J64의 경우 10로 설정)
- 최대 생성 가능한 데이터세트의 멤버수 설정
- 비영속성 데이터세트의 레퍼런스 설정
- 비영속성 데이터세트의 레퍼런스 멤버 설정
- 영속성 데이터 세트의 레퍼런스 설정
- 영속성 데이터 세트의 레퍼런스 멤버 설정

표 4 세부 시험 내용  
 table. 4. Contents of dataset definition test

| 항목    | 시험내용   |
|-------|--|
| Dset2 | 영속성 데이터세트를 생성하는 CreateDataSet 서비스를 하나의 멤버 및 최대허용멤버로 요청하고 응답을 확인  |
| Dset3 | 비영속성 데이터세트를 생성하는 CreateDataSet 서비스를 하나의 멤버 및 최대허용멤버로 요청하고 응답을 확인 |
| Dset4 | 영속성 데이터세트를 생성하고 삭제한 후 같은 이름의 데이터세트를 생성하고 멤버들을 검사                 |
| Dset5 | 비영속성 데이터세트를 생성하고 삭제한 후 같은 이름의 데이터세트를 생성하고 멤버들을 검사                |
| Dset6 | 비영속성 데이터세트를 생성한 후 연결을 해제/중지 시켰다 재 연결 후 해당 데이터세트가 삭제되었는지 확인       |
| Dset7 | 영속성 데이터세트를 생성한 후 연결을 해제/중지 시켰다 재 연결 후 해당 데이터세트가 삭제되었는지 확인한다.     |

|          |  |
|----------|--|
| Dset8    | 영속성 데이터셋을 여러 번 생성, 삭제 후 정상적으로 모든 데이터셋을 생성할 수 있는지 확인              |
| Dset9    | 비영속성 데이터셋을 여러 번 생성, 삭제 후 정상적으로 모든 데이터셋을 생성할 수 있는지 확인             |
| DsetN1cd | 잘못된 파라미터로 CreateDataSet, DeleteDataSet 서비스를 요청하고 서비스 에러를 검증하는 시험 |
| DsetN2   | 두 번 연속 같은 이름으로 영속성 데이터셋 생성을 요청하여 서비스에러를 검증하는 시험                  |
| DsetN3   | 두 번 연속 같은 이름으로 비영속성 데이터셋 생성을 요청하여 서비스에러를 검증하는 시험                 |
| DsetN4   | 최대수를 초과하는 영속성 데이터셋 생성을 요청하여 서비스 에러를 검증하는 시험                      |
| DsetN5   | 최대수를 초과하는 비영속성 데이터셋 생성을 요청하여 서비스 에러를 검증하는 시험                     |
| DsetN6   | 멤버들이 최대수를 초과하도록 영속성 데이터셋을 생성한 후 서비스에러를 검증하는 시험                   |
| DsetN7   | 멤버들이 최대수를 초과하도록 비영속성 데이터셋을 생성한 후 서비스에러를 검증하는 시험                  |
| DsetN8   | 표준에 없는 데이터멤버로 영속성 데이터 세트를 생성한 후 서비스 에러를 검증하는 시험                  |
| DsetN9   | 표준에 없는 데이터멤버로 비영속성 데이터 세트를 생성한 후 서비스 에러를 검증하는 시험                 |
| DsetN10  | 멤버가 없는 영속성 데이터셋을 생성한 후 서비스에러를 검증하는 시험                            |
| DsetN11  | 멤버가 없는 비영속성 데이터셋을 생성한 후 서비스에러를 검증하는 시험                           |
| DsetN12  | 삭제가 불가능한 데이터셋을 삭제 후 서비스에러를 검증하는 시험                               |
| DsetN13  | 영속성 데이터셋을 두 번 삭제한 후 서비스에러를 검증하는 시험                               |
| DsetN14  | 비영속성 데이터셋을 두 번 삭제한 후 서비스에러를 검증하는 시험                              |
| DsetN15  | (리포트)컨트롤 클래스가 참조하는 데이터셋을 삭제한 후 응답을 검증하는 시험                       |

시험과정을 살펴보면 클라이언트 시뮬레이터의 연결 요청에 대해 IED가 응답을 한 후 영속성 데이터나 비영속성 데이터의 생성, 삭제 또는 연결 해제 등을 요청하여 각 요청에 적합한 응답이 오는지 검증하는 것으로 시험이 진행된다.

### 2.3.1 시험사례

본 절에서는 데이터셋 정의 적합성 시험 항목 중 Dset4를 사례로 들어 설명하고자 한다. Dset4는 두개의 데이터 멤버로 영속성 데이터셋을 생성한 후 삭제하고, 하나의 데이터멤버를 추가 또는 데이터멤버의 순서를 재배열하여 같은 이름의 데이터셋을 다시 생성하는 시험으로 3부분으로 나눌 수 있다.

첫 번째는 IED가 가지고 있는 2개의 데이터멤버 IED\_0001CTRL/CALH1\$CF\$Mod\$ctlModel과

IED\_0001CTRL/CALH1\$DC\$NamPlt\$vendor를 사용하여 CreateDataSet서비스로 영속성 데이터셋을 생성한 후 GetLogicalNodeDirectory서비스를 요청하여 IED의 모든 데이터셋을 읽어 오고 GetDataSetDirectory서비스로 새롭게 생성된 데이터셋가 참조한 모든 데이터셋의 구성요소 목록을 검색한 후 생성된 데이터셋을 삭제한다. 두 번째 시험은 첫 번째와 동일한 과정의 비영속성 데이터셋을 생성하고 삭제하는 것이며, 세 번째는 첫 번째 시험과정의 데이터 멤버순서를 바꾸어 데이터셋을 생성 및 삭제하는 시험이다.

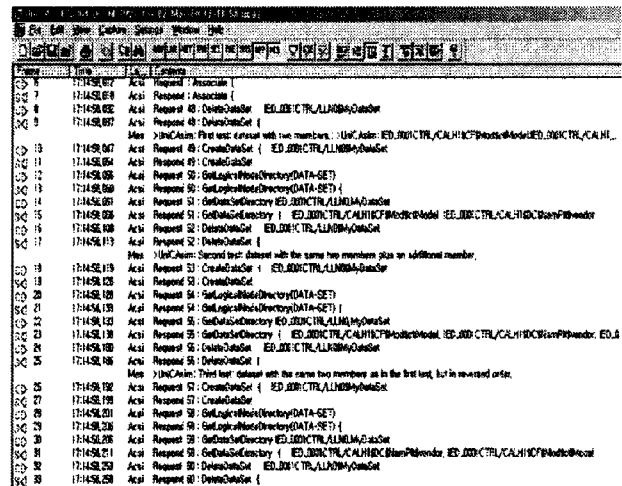


그림 6 Dset4 통신 패킷 분석  
Fig. 6. Analysis of Dset4 communication

## 3. 결론

본 논문에서는 IEC-61850-10과 UCA의 국제전문가그룹에서 규정하는 IED의 적합성 시험 항목 중 데이터셋에 대해 기술하였다. IED가 데이터셋 시험을 통과했다는 것은 리포팅, 로깅, GOOSE 서비스를 위한 기본 조건을 갖추었다는 것을 의미한다. 한전 전력연구원에서는 국내 IED 시작품에 대한 IEC 61850 통신 서비스의 적합성 시험을 수행 중에 있으며 데이터셋 시험을 통해 발견된 문제점을 해당 기업에 피드백하여 IED 제품의 완성도를 높이고 있다.

### 참고문헌

- [1] 한국전력공사, "시스템 성능검증 및 실증시험 2차년도 중간보고서", 2007.
- [2] 이남호 외 1인 "IED적합성 시험 장치를 이용한 디지털 변전소 상호운용시험", 대한전기학회 하계학술대회, 2007
- [3] 한국전력공사, "시스템 성능검증 및 실증시험 1단계 평가 보고서", 2008.