

IEC 61850 기반 IED의 Data Mapping 방안 개발

이동욱, 김경호, 장수형, *장성진, 신영준
전력연구소, *중앙연구소 LS산전

Development a Data Mapping of IED based on IEC 61850

Dong-Wook Lee, Kyung-Ho Kim, Su-Hyeong Jang, *Sung-Jin Jang, Young-June Shin
Electro Technology R&D Center, *Central R&D Center LS Industrial Systems Co., Ltd.

Abstract - IEC 61850 기반의 변전소 자동화용 IED를 구현함에 있어서 IEC 61850 통신을 위한 IED의 통신부와 계전기능을 위한 보호계전부의 mapping은 중요한 부분이다. 물론 통신부와 보호계전부를 통합하여 구성할 수도 있지만 통신부와 보호계전부가 분리된 형태의 IED에서는 데이터 mapping의 방법이 필요하다. 보호계전부와 통신부가 분리된 IED의 경우, 보호계전 데이터를 IEC 61850 데이터 형으로 적용하기 위해서는 데이터 형의 변화와 데이터의 연산 과정등의 mapping이 필요하다. 본 논문에서는 IEC 61850에서 표준으로 제시하는 CID(Configured IED Description)파일을 이용하여 보호계전부와 IEC 61850 통신부 사이의 데이터들의 mapping 방법과 동적 연산 방법을 제시하고 제시된 방법에 따른 결과물을 보여준다.

1. 서 론

새로운 구조의 변전소 자동화용 통신 표준인 IEC 61850이 제안되기 이전까지만 해도 전력 시장에서는 다양한 변전소 자동화용 통신 프로토콜이 제안되었고 지금도 사용되고 있다. 그러나 Intelligent Electronic Device (이하 IED) 제조업체마다 상이한 프로토콜을 사용하고 있어 IED간 상호 호환성이 되지 않아 변전소 내의 데이터를 교환하기 위해서는 많은 비용이 들어가게 되었다. 그래서 미국에서는 EPRI(Electric Power Research Institute)가 UCA 2.0(Utility Communications Architecture 2.0)을 만들고 유럽에서는 IEC가 IEC 61850을 개발하였지만 이 두 가지 표준이 양립함에 따라 표준화에 어려움이 생기게 되었다. 최종적으로는 UCA2.0의 데이터 모델과 서비스를 기반으로 하고 이를 포괄하는 IEC 61850으로 통합되었다. IEC 61850이 적용됨에 따라 이전의 문제점들은 사라지게 될 것이고 결국에는 모든 변전소의 IED들이 하나의 표준 프로토콜로 통합될 것이다.

기존의 변전소를 적은 비용을 들여 IEC 61850 기반으로 구성하기 위해서는 변전소에 포함된 기존의 IED의 전체를 교체하기보다는 부분적으로 통신부만 IEC 61850 기반으로 변경하면 된다. 이러한 IEC 61850 기반 통신부와 보호계전의 역할을 하는 보호계전부가 분리된 경우 mapping 과정이 필수이다.

기존의 mapping 방법을 이용하는 IED에서의 Data mapping 방법은 해당 계전부에 종속적인 방법으로 만들 어져 mapping 데이터를 수정시, 계전부의 데이터에 따라 통신부의 소프트웨어를 수정해야 하는 것에 비해, 본 논문에서 제안하는 IEC 61850의 주요 부분인 Engineering 기능 중 CID 파일을 이용한 mapping 방법을 이용하면 동적으로 데이터를 mapping할 수가 있다. 즉, 제안된 방안이 적용된 IEC 61850 통신부가 설치된 IED는 mapping 데이터를 추가/삭제/수정시 CID파일만 수정하여 데이터 mapping이 가능한 IED를 구성할 수

있다.

본 논문에서는 이런 데이터 mapping을 위해서 필요한 방법과 논리적인 연산과 같이 데이터 mapping만으로 해결하기 힘든 내용을 해결하는 방안을 제안하고, 그에 대한 결과를 보여준다.

2. 본 론

2.1 IEC 61850 적용 IED 구성

데이터 mapping이 필요한 IEC 61850 기반 IED는 보호계전부와 통신부로 나누어진다. 다음 그림 1은 보호계전부와 통신부를 분리시킨 일반적인 IED에서의 데이터 mapping 개념이다.

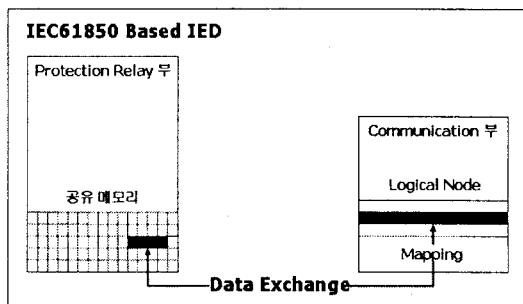


그림 1. 통신부 분리형 IED의 Mapping 개념

2.1.1 보호계전부(Protective Relay Part)

보호계전부는 계전기의 보호계전 알고리즘이 동작하는 부분으로서 사용되는 데이터를 통신부와 교환하기 위해 공유 메모리를 사용한다. 또한, IEC 61850 통신을 이용해 사용자에게 정보를 제공하기 위해서는 제공할 정보를 공유 메모리에 저장해야 하고, 상위 클라이언트에서 요구하는 제어 정보를 처리하기 위해서도 데이터 교환이 이루어져야 한다.

2.1.2 통신부(Communication Part with IEC 61850)

통신부는 IEC 61850 통신이 적용된 통신용 하드웨어로서 보호계전부와의 데이터의 교환을 통해 해당 정보를 가져와야 한다. 하지만 보호계전부에 저장된 데이터 위치는 각 데이터를 읽고 쓰는 보드마다 다르고 보호계전부의 특성에 따라 다르기 때문에 동적으로 접근하기 위하여 특정한 방법이 요구되고 IEC 61850 규격에서 요구되는 SCL conformance를 위해서는 데이터를 모델링하기 위한 보호계전부에 적합한 SCL 파일이 필요하다.

또한 현재 IEC 61850에서 지원하는 보호계전에 관련된 Logical Node는 총 28개로써 PTOC(한시과전류보호), PIOC(순시과전류보호), PTUC(한시저전류보호), PTOV

(과전압보호), PTUV(저전압보호), PTRC(Trip 상태) 등이 존재한다.

2.2 SCL기반 엔지니어링

IEC 61850은 IED의 기능 정의와 데이터 구현에 필요한 표준화된 엔지니어링 기법을 제시하고 있다. IEC 61850의 엔지니어링은 System Configurator 와 IED Configurator, 이 두 가지 소프트웨어를 중심으로 구성된다. 그림 2는 IEC 61850의 엔지니어링 과정을 설명하고 있다. System Configurator는 시스템에 관한 정보를 포함한 SSD(System Specification Description) 파일과 IED에 관한 정보를 포함하는 ICD(IEC Capability Description) 파일로부터 변환소내의 정보를 취득하고 그 정보들을 이용해 IED들의 기능과 데이터 흐름을 설정하는 SCD(Substation Configuration Description) 파일을 생성한다. IED Configurator는 SCD 파일을 전송받아 해당 IED에 맞는 포맷의 설정 파일인 CID(Configured IED Description) 파일을 생성하여 IED에 전송한다.

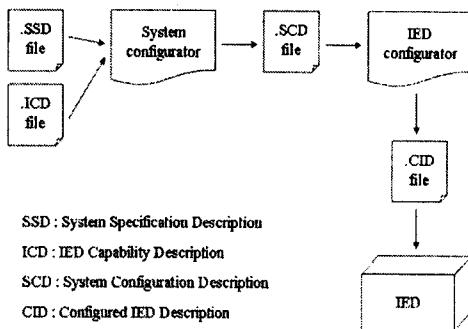


그림 2. SCL 기반 엔지니어링

본 논문에서 제시하는 IED 내부 mapping 방안에는 IED의 설정 파일인 CID 파일이 존재해야 한다. 이런 CID 파일은 SCL 기반의 엔지니어링이 있으므로 가능한 것이다.

2.3 Mapping 방안

통신부와 보호계전부의 mapping은 통신부가 보호계전부의 공유 메모리로 접근하여 해당하는 메모리 번지의 데이터를 가져오는 것이다. 이런 방법을 사용하기 위해서는 통신부가 보호계전부의 데이터에 대한 메모리 번지를 알고 있어야 하고, 본 논문에서는 이를 위해 CID 파일을 이용하여 특정 Data Attribute와 mapping 되는 메모리 번지를 설정한다. 그림 3은 데이터를 mapping하기 위해 Data Attribute Name과 mapping 되는 메모리 번지를 대략적인 구성도로 표현한 것이고, 그림 4는 이 구성도를 이용하여 CID 파일을 구현한 예이다.

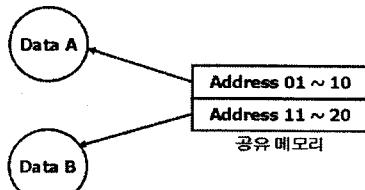


그림 3. Data와 공유메모리간 Mapping

Data Attribute name	Mapping String
"Data Attribute Name A"	"Memory Addr 01 ~ 10"
"Data Attribute Name B"	"Memory Addr 11 ~ 20"
"Data Attribute Name C"	"Memory Addr 21 ~ 21 Bit 1"
"Data Attribute Name D"	"Memory Addr 31 ~ 21 Bit 3"

그림 4. Mapping 예

그림 4의 Data A는 공유메모리의 01번지부터 10 번지까지의 공유 메모리 데이터와 mapping 된다는 의미이고 Data C는 공유메모리의 21번지의 첫 번째 비트와 mapping 된다는 것을 의미한다. 그림 4와 같은 형식으로 필요한 데이터를 mapping을 하게 되고 실행이 된다면 통신부는 보호계전부의 공유 메모리에 접근을 하여 설정된 메모리 번지를 데이터를 복사해 오는 것이다. OCR 기능을 하는 보호계전부를 포함하고 있는 IED의 통신부는 OCR과 관련된 Logical Node를 포함하고 있고, 보호계전부 공유 메모리의 특정 번지에 OCR의 셋팅치인 커브 특성이 들어있다고 가정 시, IEC 61850 통신을 이용하여 사용자에게 해당 데이터를 제공할 때, 통신부의 CID 파일에는 그림 4와 같은 방식의 데이터가 포함되어야 한다는 것이다.

하지만 이런 CID 파일은 IED 제조업체마다 각기 다르기 때문에 각사에 적합한 CID Setting Tool을 제공해야 한다. 아래의 그림 5는 LS산전에서 개발한 CID 파일을 수정하는 툴로써 현재 Mapping String에 대한 정보를 편리하게 수정할 수 있다. 그림 5와 같은 프로그램은 차후 IED Configuration Tool에 포함되며 사용자는 편리하게 mapping 파일의 수정이 가능할 것이다.

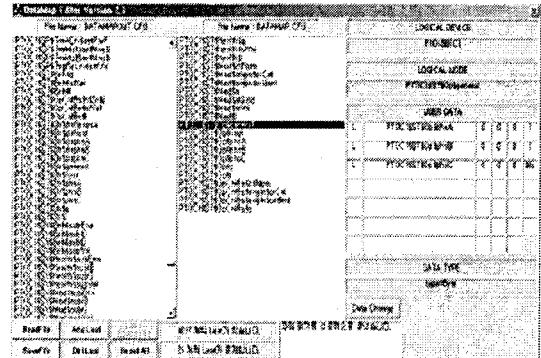


그림 5. CID Setting Tool

2.4 동적 연산 방안

제안된 mapping 방법만으로도 보호계전부와 통신부의 mapping은 가능하지만 보호계전부에서 사용되는 데이터와 통신부 데이터가 특정한 연산이 필요한 경우 CID 파일에 추가적인 내용이 들어가야 한다. 보호계전부와 통신부의 mapping 논리 연산은 AND, OR, NOT의 3개의 연산으로 이루어진다. 보호계전부에서 사용되는 Trip 신호가 통신부의 Trip 신호와 서로 반대인 경우 논리연산 "NOT"을 사용하고, Logical Node의 Data Attribute에는 존재하지만 공유 메모리에서 제공하지 않는 그림 6의 general과 같은 경우는 논리연산 "OR"를 이용한다. 그림 6은 보호계전부의 공유 메모리의 특정 메모리 번지에 A상, B상, C상, N상의 꾹업 유무와 고장 발생 유무를 저장하고 있고, 그 데이터를 통신부가 접근하여 논리연산 "OR"을 수행한 후 자신이 가진 PTOC\$STS\$general과 dirGeneral에 저장시키는 구성도이다.

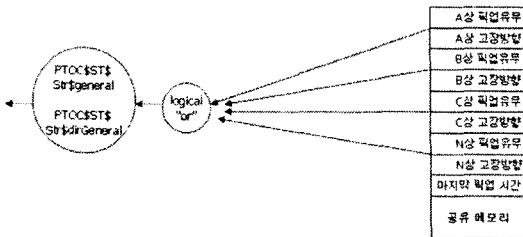


그림 6. 공유메모리 데이터의 논리연산 "OR" 예

또한 본 논문에서 제공하는 방법은 공유 메모리 데이터의 연산뿐만 아니라 그림 7과 같이 Logical Node Data Attribute간의 연산도 가능하게 만들어져 IEC 61850 통신을 적용한 장치들에 다방면으로 적용 될 수 있다. 그림 7은 그림 6과는 달리 공유 메모리에서 Data Attribute로 받아온 데이터를 다른 Data Attribute가 참조하여 논리 연산 "OR"를 통해 받아오는 구성을이다.

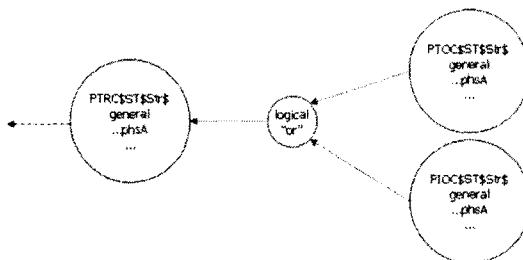


그림 7. Logical Node Data Attribute 논리연산 "OR" 예

2.5 Mapping 결과

본 논문에서 제안한 방법에 대한 타당성을 검증하기 위하여 그림 8의 구성으로 CID 파일을 수정하였다. 그림 8은 PTOC의 Op의 general의 값을 나타내기 위해 phsA, phsB, phsC의 값을 논리연산 "OR"를 한 것으로, phsA, phsB, phsC 값은 랜덤하게 생성된 가상의 메모리 공간에 접근하여 그림 9와 같은 CID 파일의 내용을 적용한다. 또한 Logical Node Data Attribute간의 연산을 수행하기 위하여 2.4절에서 소개했던 동적 연산 방안을 적용하였다.

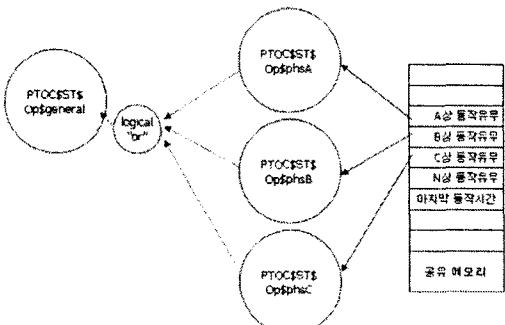


그림 8. Op\$general의 연산

```

PTOC1$ST$Op$phsA    "H,101,0,0,1"   type=Bool
PTOC1$ST$Op$phsB    "H,101,0,1,1"   type=Bool
PTOC1$ST$Op$phsC    "H,101,0,2,1"   type=Bool
PTOC1$ST$Op$neut     "H,101,0,3,1"   type=Bool
  
```

그림 9. 각 상의 동작유무에 대한 메모리 주소

IED의 통신부는 그림 9와 같이 CID 파일을 구성하여 mapping 기능을 적용하였고, IEC 61850 통신 응용 프로그램을 구현하였다. 그림 10과 11은 검증을 위해 상용의 MMS Object Explorer를 이용해 LS산전에서 구현한 IED의 통신부로 접속한 화면의 일부분이다. general값은 그림 8과 같이 각 상 값을 논리연산 "OR" 한 값으로 각 상 값이 변하게 되면 general 값도 변하게 되어있다.

Object	Value	TDL
PTOC1\$ST\$Op\$phsA	0	general\$Bool(p,Op\$phsA,Op\$phsB,Op\$phsC)
-general	0	Bool
-phsA	0	Bool
-phsB	0	Bool
-phsC	0	Bool
-neut	0	Bool
-q	000000000000	BVstring13
-	2006-10-17T00:1...	UtcTime

그림 10. 각 상의 값이 0일 경우

Object	Value	TDL
PTOC1\$ST\$Op\$phsA	1	general\$Bool(p,Op\$phsA,Op\$phsB,Op\$phsC)
-general	1	Bool
-phsA	1	Bool
-phsB	1	Bool
-phsC	0	Bool
-neut	0	Bool
-q	000000000000	BVstring13
-	2006-10-17T00:1...	UtcTime

그림 11. A, B상의 값이 1일 경우

본 검증의 결과 CID파일의 설정에 따라 메모리공간에서 데이터를 복사 할 수 있고, 여러 가지 논리연산이 동적으로 가능하였고 IEC 61850 통신을 이용하여 Station에서 확인하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 국제표준인 IEC 61850을 기반으로 설계된 IED에 적용할 수 있는 내부 mapping 방법과 mapping에 필요한 여러 사항에 대해 제안한다. 본 논문에서 제시된 방법의 유용성을 검증하기 위하여 상용 IEC 61850 라이브러리에 데이터 mapping 방안을 적용한 IEC 61850 IED를 동작시킨 다음 MMS Client에서 확인하는 방법으로 유효성을 검증하였다. 본 논문에서 제시한 방법을 사용하게 되면 새로 개발될 IED 뿐만 아니라 기존의 통신보드 분리형 IED에 IEC 61850을 적용할 수 있어서 교체 비용을 감소시킬 수 있고 차후 유지보수에 소모되는 시간과 비용을 절약 할 수 있다. 현재 본 논문에서 적용된 기술에 대한 특허를 출원중이다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEC 61850 Part 6 - Configuration description language for communication in electrical substation related to IEDs
- [2] IEC 61850 Part 7-3 - Basic communication structure for substation and feeder equipment - Common data classes
- [3] IEC 61850 Part 7-4 - Basic communication structure for substation and feeder equipment - Compatible logical node classes and data classes
- [4] 이동욱, 진용우, 임성일, 이승재, "IEC 61850기반 변전소 자동화 시스템의 신뢰도 향상 방안", 대한전기학회 전력기술부문회 추계학술대회, 2005