스마트 그리드 망을 위한 IEC61970/IEC61850 통합 정보 모델과 토폴로지 모델 설계

논 문
61-1-5

Designs of the Unified Information Model-IEC61850/IEC61970 and Topology Model for Smart Grid

윤 석 열* · 임 화 영†
(Yun Seok-Yeul · Hwa-Young Yim)

Abstract - The smart grid, which is an integrated type of the power system and the digital network, requires the integration of a CIM(Common Information Model) standard for information modelling at the power control centers and an IEC 61850 standard for automation at the substation level in order to efficiently exchange the information between system elements. This paper describes the method of data transfer from one standard information model to the other standard unified information model by mapping between the objects of IEC 61850 and IEC61970 CIM standards both in the static and dynamic models, and designs the method of data transfer and information exchange between the topology processing application using unified topology class packages.

Key Words : IEC61860, IEC61970 CIM/GID, SCADA, XML EMS, BMS, SCD, IED, XML/RDF

1. 서 론

전 세계 전기 산업의 경향은 에너지 효율 향상, 높은 신뢰성, 그리고 경쟁력 있는 시장을 달성하기 위한 방안으로 전력 네트워크의 상호 운용성을 확보하기 위하여 노력하고 있다. 그러나 기존의 인프라는 다양한 종류의 소프트웨어 및 하드웨어 시스템, 그리고 다른 정보 모델과 각자 통신 프로토콜을 기반으로 구성되어 있어서, 통합에 장애물 역할을 하고 있다. 이와 같은 환경으로 인해 오픈 정보 표준과 개방형 시스템 구조가 채택되었고, 전력 산업 분야에 IEC61970 공통 정보 모델(CIM)과 IEC61850 표준 정보 모델의 적용이 요구되고 있다.

IEC61970 CIM은 SCADA, 에너지 관리 시스템 (EMS) 및 비즈니스 관리 시스템(BMS) 응용프로그램 사이에 데이터 교환과 정보 모델 교환을 반영한 제어 센터용 정보 모델이다[1-4]. 반면, IEC61850은 변전소내의 변전자동화 기능 그리고 변전소내의 통신 기능을 고려한 변전소용 정보모델을 제공한다. IEC 61850 표준 기술 개요 및 논리 정보 모델 사용 시에 관련된 연구가 있으며[5-7], 변전소 내 지능형 전자장치(IED) 사이에 IEC61850 통신프로토콜을 적용한 사례 등이 있다.[8] 이와 같이 IEC61970 CIM 표준을 적용하는 제어센터와 IEC61850 표준을 적용하는 변전소에서 두 표준이 성공적으로 확대 적용되고 있으나, IEC61850기반 변전소와 IEC61970 CIM 기반 제어센터 사이에 IEC61850-90-2 표준

진행은 아직 미진한 상태이다.

미국국립표준기술원 (NIST)은 스마트그리드를 위한 우선 실행계획으로 IEC61850과 IEC61970의 통합을 제안하며[9], EPRI는 UML 모델 통합을 고려한 중간단계(interim) 방법론을 제안한다[10]. 그러나 이기중 프로토콜 대한 통합 표준 개발을 담당하는 TC57 WG19은 실제 활동 결과물이 거의 없어, 현재는 IEC61850과 IEC61970 WG 그룹에서 각각 개별적으로 UML 모델 형태로 표준을 진행하고 있으며, 이들 간의 통합을 IEC와 IEEE가 개별적으로 진행하고 있다. 최근, 다수의 연구에서 IEC61970/IEC61968, IEC 61850 표준을 적용한 전력 자동화 시스템 통합 프레임 워크 개발 필요성과 두 표준의 호환성을 위하여 개체 요소 사이 매핑을 위한 알고리즘 방안들이 제시하였다.[11-14]

본 논문에서는 전력 시스템 네트워크 구조상의 차단기 구성 예제를 사용하여 IEC61850 / IEC61970 통합정보모델 개발에 필요한 매핑 논리와 통합 절차를 제시하였으며, 이 절차에 따라 CIM기반 통합정보모델 생성하였다. 또한 생성된 통합정보모델을 이용하여, 응용프로그램 사이에 데이터 교환을 검증하기 위해 CIM 기반 토폴로지 프로세싱 알고리즘을 적용하여 상호 운용성을 확인하였다.

2. IEC 61850과 IEC61970 CIM 표준

본 논문에서 설계하고자 하는 IEC61970과 IEC 61850 사이의 통합정보모델 생성과 제어센터 내 응용프로그램 사이에 상호 운용성을 확인하기 위해 그림 1의 두 버스 연결용 차단 시스템을 적용하였다 각 표준에서 정의한 전력 네트워크 개별 요소들 중 그림 1의 차단기 요소를 구성하여, 두 표준에 근거한 변전소용 XML 파일과 제어센터용 XML/RDF 파일을 생성하여, 두 표준 정보 모델 통합 과정을 설명한다.

* 정 회 원 : 광운대학교 제어계측공학과 박사과정

† 교신저자, 정회원 : 광운대학교 로봇공학부 교수, 공학박사

E-mail : yimhy@daisy.kwangwoon.ac.kr

접수일자 : 2011년 10월 7일

최종완료 : 2011년 11월 24일

그림 1 차단기에 대한 전력 네트워크 구성 요소
Fig. 1 Power network component for circuit breaker

2.1 IEC61850 표준

IEC61850-6 XML기반 변전소 구성언어 표준 정의, IEC61850-7-3/4 변전소의 물리적인 장치를 가상화된 논리노드(LN) 표준 정의, IEC61850-7-2 추상화 통신서비스 표준 정의, 그리고 IEC61850-8-1/9-2 MMS(Manufacturing Messaging Specification)서비스 매핑 표준 정의 부분으로 구성된다[15-19]. 특히, IEC61850-6 표준은 장치 업체에서 제공하는 ICD(IEC Capability Description)파일을 이용하여, 논리노드(LNs), 공통 데이터 클래스(CDCs), 데이터 속성(DAs)과 열거형(Enums) 데이터를 트리형태의 변전소 구성 설명(SCD) 파일을 제공한다.

2.1.1 SCD 파일과 ICD 매핑 관계

SCD 파일은 전력 네트워크 연결 구조를 정의한 변전부와 현장 장치를 가상화한 논리 노드 데이터 객체와 속성을 갖고 있는 IED로 구성되어 있다. 그림 2의 SCD 파일에서 IED부 논리노드(LN) XCBR에서 파생된 클래스 인스턴스를 갖는 XCBR1이라는 차단기 논리노드(LN)명은 “InType” 인스턴스에 포함된다. 이 “InType” 인스턴스는 데이터형 템플릿 부분에서 해당 논리노드 인스턴스에 관한 데이터 항목과 데이터를 찾을 수 있도록 기능을 제공한다. 여기서 제공된 “InType” 인스턴스 정보가 SCD와 ICD 파일 사이 정보 매핑을 위한 기본 메커니즘이다. 제공된 “InType” 인스턴스 내부의 데이터 태그와 속성의 식별자를 이용하여, 필요한 데이터를 “IED1/XCBR1\$ ST\$Pos\$stVal” 같은 문자열 형태로 추출할 수 있다.

2.2 IEC61970 CIM 표준 설명

2.2.1 CIM 정적 파일

정적 파일은 전력 시스템의 버스-바, 회로 차단기, 발전기 및 부하와 같은 네트워크 인프라의 구성요소에 대한 완전한 정보를 제공한다. 따라서 정적 파일에 표시되는 전력 시스템 정보 모델은 제거 또는 장치의 추가로 인한 네트워크의 물리적 구조 변경이 있을 경우에만 해당 데이터가 변경되고, 변경된 최신 전력 시스템 정보 모델들은 네트워크를 공유하는 제어센터 응용프로그램 사이에 교환되어야 한다. 그림 1에서 사용하는 두 버스-바에 연결된 차단 시스템은 CIM 표준으로 표현하면 열개의 객체로 구성된다. 이들 객

체는 시스템의 구성 정보와 연결 데이터 수를 그림 2의 XML/RDF 파일형태로 표시된다.

[illegible]

그림 2 IEC61850과 CIM 표준에서 차단기 관련 XML 파일
Fig. 2 Circuit breaker XML file in IEC61850 and CIM

2.2.2 CIM 동적 파일

CIM 동적 파일은 시간 정보와 측정값을 갖는 XML/RDF 파일 형태로 표시되고, 이 파일에 포함되어 있는 측정값은 항상 시간 정보를 포함하고 있어야 한다. 그림 1의 차단기 시스템은 단 한 개의 회로 차단기의 상태 측정 요소를 갖는다. 이 측정 정보는 그림 2의 CIM 동적 파일에서 “DiscreteValue : RDF ID”로 표시 된다. 이 객체 정보는 정적 파일의 전도성 장치의 “Equipment : RDF ID” 측정 요소에 포함된다.

2.2.3 CIM 동적파일 과 정적파일 매핑

그림 2. CIM 동작 파일의 “DiscreteValue : RDF ID”와 정적 파일의 “Equipment : RDF ID” 측정 요소 사이의 연결 관계는 전력 도메인에서 유일한 RDF:ID로 매핑 된다. 또한 이 측정 정보는 연결되는 물리적인 위치에 따라 터미널 혹은 장치에 포함되는데, 즉 변압기 온도는 장치에 연결 되지만, 버스-바에 연결되는 변성기 혹은 변류기는 터미널에 연결 되어야 한다. 현장 장치에 연결되는 위치에 따라 측정 위치가 다를 수 있지만, 현재의 공통 정보 모델(CIM)은 물리적인 위치에 관계없이 측정값은 모두 터미널에 연결되는 것으로 표준에서 정하고 있다.

3. IEC 61850과 IEC61850 CIM 표준 매핑

3.1 통합 모델 생성

설계 단계에서는 오프-라인 상태이므로, 전원 네트워크의 특성 (예 : 토폴로지, 회선 및 장치 매개 변수), 기능 설정 (보호 기능을 예를 들어 매개 변수), 유틸리티 자동화 시스템의 구성 (예 : IEDs, 통신 네트워크 토폴로지 및 매개 변수), 변전소 IED 또는 전원 네트워크 장치 사이 연결 관계를 매핑 하는 것은 간단하다. 그러나 지능형 전자 장치 (IEDs), 변전소 혹은 분산 전원이 추가 되거나, 제거 될 경우에 IEC61850 / IEC61970 표준은 각각 다른 변경 방법을 사용한다.

IEC 61850 표준은 구성 시 사용하는 전력 네트워크 정보

모델과 동작 시 사용하는 정보 모델 두 개의 다른 모델로 이용할 수 있도록 계층 구조의 SCD 파일을 사용한다. 만약 동작 시 지능형 전자장치가 추가될 경우, 온-라인 상태에서 CID 정보를 액세스하여 추가할 수 있다. 따라서 변전소에서 사용하는 SCD 파일은 계획 단계나 장치 운영 시 변경된 정보를 추가 할 수 있는 구조를 갖고 있다. CIM 표준은 구성 시 정보 모델과 동작 시 정보 모델을 동일한 구조의 XML/RDF 파일을 생성하므로, 동작 시 동적 파일의 객체 정보를 이용하여 전력 네트워크 토폴로지를 갱신하는 방식을 사용하여야 한다. 그 이유는 스마트 그리드에서는 변전소 혹은 분산전원은 언제든지 추가 되거나 제거 될 수 있으므로, 운전 상태에서도 제어센터의 전력 네트워크 토폴로지는 항상 변경할 수 있는 방법으로 통합 모델과 토폴로지 변경 방법이 제공되어야 한다.

그림 3 IEC61850 표준과 IEC61970 CIM 표준 통합 절차
Fig. 3 Integration of IEC61850 and IEC61970 CIM standard

본 논문에서는 그림 2의 SCL 변전 모델과 CIM XML 모델을 사용하여, 새로운 갱신된 CIM 모델을 생성하는 그림 3과 같이 통합 절차와 그림 4과 같이 통합 모델 방안을 제시한다.

그림 4 IEC61850 과 IEC61970 CIM 통합 블록도
Fig. 4 Integration block diagram for IEC61850 and IEC61970

그림 4에서 제시된 통합 모델 방안에서 IEC61850과 IEC61970 게이트웨이는 동적 정보 파일에 있는 매칭 데이터

만 전송하는 역할을 수행한다. 실제 IEC61970 표준에서 지향하는 데이터 교환과 상호 운용성을 확인하기 위하여, 4장에서 EMS 응용프로그램 핵심인 네트워크 토폴로지 프로세서 알고리즘을 설계하여 적용하고자 한다.

3.2 구성 시 매핑 설계

그림 2의 ICD, SCD, XML/RDF 정보파일을 이용하여 매핑 관계를 상세하게 설명한다. 먼저 IEC61850 SCD 파일의 변전소 구성 정보와 IEC61970 XML/RDF 정적 파일 구성 정보 사이에 매핑 관계 정의하고, IEC61850 SCD 파일의 데이터 명과 데이터 속성을 정의한 데이터 객체 템플릿과 IEC61970 XML/RDF 동적 데이터 사이의 매핑 관계를 정립한다. SCD 파일의 트리구조와 CIM 정적 및 동적 파일 개별 요소 간 매핑 관계를 그림 5과 같이 상세하게 도식화하였다.

그림 5 IEC61970 CIM 과 IEC61850 객체 매핑
Fig. 5 Mapping of IEC61970 CIM and IEC51850 objects

그림 5의 SCD 파일의 변전소 XCBR 와 ICD 파일의 XCBR 사이에 C1 연결선은 “InType” 로 서로 연결된 관계를 표시하고, CIM 정적 파일과 CIM 동적 파일 사이의 D1 연결선은 RDF:ID로 서로 연결된 관계를 표시한 것이다. 나머지 A1~A6, B1 설명은 다음과 같다.

A1 : 두 표준에서 차단기 요소 매핑

A2 : 차단기와 관련된 논리 노드는 “DescreteValue : RDF ID” 개체와 매핑.

A3, A4 : 두 표준의 차단기와 연결된 단말기 매핑.

A5, A6 : IEC61850 표준에 버스-바 요소가 없기 때문에 가상 연결노드(Connectivity Nodes)에 매핑.

연결 노드(Connectivity Nodes)는 터미널과 연결된 장치를 연결하기 위한 가상 노드.

B1 : 두 표준에서 동적 데이터 객체사이에 매핑.

그림 6은 위 매핑방법으로 기존 CIM XML의 데이터 객체에 IEC61850 데이터 객체를 매칭하여 얻은 CIM XML/RDF 기반 통합 정보 모델 파일이다. 그림 6의 왼쪽 계층구조는 CIMSpy 도구를 사용하여 통합 CIM XML/RDF 파일을 상호 연계 관계를 검증하였다. 검증된 파일은 모델 서버로 업-데이터 되고, 업-데이터 된 전력 정보 모델은 응용프로그램에서 사용한다.

그림 6 통합 CIM XML 정보 파일

Fig. 6 Integration CIM XML Information file

3.3 통신 서비스 매핑 설계

IEC61850/IEC61970 통신 게이트웨이는 모델서버로부터 제어센터 응용프로그램에서 사용할 동적 파일을 GID 서비스로 제공받고, 업-데이터 된 파일에서 실시간 데이터 객체 정보를 추출하여 현장 장치(분산전원) 혹은 변전소 지능형 전자 장치(IED)와 IEC61850 서비스를 통하여 데이터를 액세스하는 게이트웨이 역할을 담당한다.

IEC61850/IEC61970 게이트웨이는 EMS의 토폴로지 프로세싱, 상정관리 그리고 자산관리 등과 같은 응용프로그램에서 직접 사용할 측정 데이터와 지능형 전자 장치(IED)에 직접 제어 혹은 설정용 데이터 정보를 제공할 수 있어야 한다. 현재 제어센터에서 사용할 측정 데이터 종류는 토폴로지(물리적) 데이터, 측정 데이터, 자산 데이터를 제공하고, 향후에는 제어센터에서 직접 변전소 서버로 구성 설정 정보를 제공하는 디바이스 데이터, 보호 IED에 직접 제어할 수 있는 보호 설정 데이터가 제공되어야 한다. 그림 8은 두 표준 사이에 토폴로지(물리적) 데이터 와 측정 데이터를 제공하는 GID서비스 매핑 정보를 표시한다.

그림 7 IEC61850 과 IEC61970 GID 서비스 데이터 매핑

Fig. 7 Mapping of IEC61850 and IEC61970 GID service data

3.4 IEC61970 GID와 IEC61850 ACSI 매핑

통신 게이트웨이는 제어센터에서 사용하는 CIM 기반 응용프로그램과 변전소 지능형 전자 장치(IED) 혹은 현장 장치(분산전원)의 데이터 객체사이에 매핑된 모델정보를 수신하여, IEC61850 클라이언트와 IEC61970 GID서버 사이에 연속적인(Seamless) 통신 서비스를 제공한다. 따라서 IEC 61850 ACSI와 IEC61970 GID 서비스 비교는 표 1과 같다.

표 1 IEC61850 ACSI와 IEC61970 GID 서비스 비교

Table 1 Service comparisons for IEC61850 ACSI and IEC61970 GID

속성	Generic		High Speed		Time Series	
	GID	ACSI	GID	ACSI	GID	ACSI
Request/Reply	GDA	No Equivalent	HSDA	Self-Description Get/Set, Controls	TSDA	Logging
Unsolicited Reporting	GES	No Equivalent	HSDA	GOOSE, SMV, Unbuffered/Buffered Reporting	TSDA	No Equivalent

4. IEC61970 CIM 기반 네트워크 토폴로지 프로세싱 알고리즘 설계 및 적용

그림 6과 같이 생성된 통합정보파일에서 동작 시 차단기의 상태 정보에 따라 전력 네트워크 토폴로지 업-데이트 방식을 지원하는 알고리즘이 요구되고, 응용프로그램 수준에서 제어센터 내 정보 모델 교환용 파일이 제공하여야 한다.

그림 8과 같이 CIM 토폴로지 클래스로부터 CIM 기반의 노드 모델(Node Model) 과 버스 브랜치 모델 (Bus-Branch Model)을 이용하여 CIM 계층구조의 장치 → 터미널 → 연결노드 → 토폴로지 노드 → 독립 토폴로지 순서로 네트워크 토폴로지 분석 알고리즘을 설계한다. 물리계층에서 CIM 클래스는 전도성장치(ConductingEquipment), 터미널 그리고 연결노드(ConnectivityNode)에 관련된 모든 데이터 속성과 연결정보를 하는 정적 파일로 구성된다. 동적 모델은 측정 객체와 측정값으로 구성되며, 또한 측정 객체는 측정 장치 혹은 측정 장치의 터미널에 연결되어 있다.

그림 8 CIM 토폴로지 클래스 패키지

Fig. 8 CIM topology class package

토폴로지 모델은 제어센터에서 혹은 상위의 통합 제어센터에서 다수 변전소와 다수의 분산전원이 연계된 전력 망 네트워크 토폴로지 분석에 적용되며, 통합 제어센터는 지역 제어센터의 전력 네트워크 토폴로지 변경 시 혹은 업-데이터 이벤트가 발생 시 새로운 CIM/XML 정보 모델을 생성하여, 토폴로지 모델 사이에 정보를 교환하여야 한다.

4.1 CIM 기반 노드모델 토폴로지 처리 알고리즘 설계

노드 모델 토폴로지 프로세싱 알고리즘은 먼저 네트워크

구조, 장치, 터미널 그리고 연결노드의 연결 정보를 포함하고 있는 CIM/XML 정적 파일과 동적 파일을 이용하여, CIM 파일의 파싱(Parsing)과 조회 테이블 생성은 한 번에 만들어지고, 조회 테이블은 전력 네트워크 구성이 변경될 때마다 갱신된다. 또한 동적 측정 모델에서 회로 차단기의 상태값, 타임스탬프 변경에 대한 정보를 받는 때, 해당 되는 작동을 수행하고, 갱신된 노드 모델 토폴로지 출력을 발생시킨다. 노드 모델 토폴로지 알고리즘 수행 절차는 다음과 같다.

CIM 정적/동적 모델 파일 로딩

정적/동적 CIM 파일의 파싱

While(모든 연결노드가 수행 안 된 경우) do

- 새로운 토폴로지 노드 정의
 - 수행 안 된 연결노드 선택
 - 선택한 연결노드를 토폴로지 노드 테이블에 추가
 - 연결노드와 연결된 터미널을 터미널정보테이블에 추가
- While(모든 터미널이 수행 안 된 경우) do

if(장치 == 차단기) then

- 차단기(CB) 상태 체크
- if(차단기 상태 == "Closed") then
- 차단기와 연결된 터미널을 터미널정보테이블에 추가

end if

else

if(장치 == 연결노드(CN)) then

- 연결노드를 토폴로지 노드에 추가
- 연결된 모든 다른 테이블을 터미널 테이블정보에 추가

end if

end if

if(측정정보가 있으면) then

- 이 측정정보를 토폴로지 노드에 추가

end if

end while

end while

- 각각의 연결모드를 가진 모든 토폴로지 노드 결과 출력

4.2 CIM 기반 버스-브랜치 모델 토폴로지 처리 알고리즘 설계

버스-브랜치 모델은 노드 모델에서 생성한 토폴로지 노드 정보와 발전기, 부하, 변압기, 라인등과 같은 전력 소스나 전송 장치의 연결노드를 프로세싱 하여, 토폴로지 노드가 동일 토폴로지 노드(TN) 혹은 독립 토폴로지 노드(TI)로 구성되어 있는지 구분하는 출력 정보를 제공한다. 버스-브랜치 모델 토폴로지 알고리즘 수행 절차는 다음과 같다.

while(모든 토폴로지 노드가 수행 안 된 경우) do

- 새로운 독립 토폴로지 생성
- 수행되지 않은 토폴로지 노드 선택
- 토폴로지 노드를 독립 토폴로지 노드 테이블에 추가
- 연결된 모든 터미널을 터미널 정보 테이블 생성

While (모든 터미널이 수행 안 된 경우) do

- 이 터미널과 연결된 전송 장치 추출
- 이 전송 장치에 연결된 다른 종단 터미널 추출
- 이 종단 터미널에 연결된 토폴로지 노드 추출

- 전송장치의 전력 혹은 조류 측정
- 독립 토폴로지 노드에 토폴로지 노드 객체 정보를 추가 (측정값 ID, 장치 ID)

if (이 토폴로지 노드가 수행 안 된 경우) then

- 토폴로지 노드를 독립 토폴로지 노드에 추가
- 토폴로지 노드에 관련된 터미널을 터미널 정보 테이블 추가

end if

end while

end while

- 각각의 토폴로지 노드를 가진 모든 독립 토폴로지 노드 결과 출력.

버스-브랜치 모델에서 생성된 출력 정보를 이용하여 가관측성 분석과 상태 추정 알고리즘과 같은 응용프로그램을 수행할 수 있고, 실시간으로 측정된 차단기 정보에 따라 토폴로지 노드(TN) 사이 통합과 분리, 독립 토폴로지 노드(TI) 사이 통합과 분리와 같은 변경된 네트워크 토폴로지 정보 파일을 제공한다.

그림 9 CIMSpy Tool 이용한 버스 모델 알고리즘 검증

Fig. 9 verify a Bus Model algorithm using CIMSpy Tool

그림 6과 같이 생성된 통합정보파일을 노드모델과 버스-브랜치 모델 알고리즘을 수행하여 변경된 네트워크 토폴로지 정보 모델을 그림 9와 같이 생성하였으며, 생성된 결과를 CIMSpy 이용하여 응용프로그램 사이에 상호 운용성을 확인하였다.

토폴로지 프로세서에서 동적 CIM 파일에 있는 회로 차단기의 상태 정보와 정적 CIM 파일에 있는 터미널 정보를 기반으로 연결 노드(CN)그룹화 하고, 또한 연결 노드(CN) 개체를 토폴로지 노드(TN) 객체로 그룹화하고, 토폴로지 노드(TN) 객체는 독립 토폴로지(TI) 객체로 그룹화한 결과를 그림 9와 같이 정보 파일 형태로 출력한다.

5. 결 론

본 논문은 두 버스에 연결된 회로 차단기 정보를 이용하여, IEC61970 CIM XML/RDF 파일과 IEC61850 변전소 구성 설명(SCD) 파일의 객체요소 사이에 매핑을 구성하고, 하나의 표준 정보 모델에서 다른 통합 표준 정보 모델로 변환하는 통합 절차와 통합 모델을 설계하였다. 그리고 통합된

정보를 이용하여 IEC61850 서비스와 IEC61970 GID 서비스 사이에 서비스 매핑을 설계하였으며, 생성된 통합정보모델을 CIM 토폴로지 클래스 계층 구조의(장치 → 터미널 → 연결 노드 → 토폴로지 노드 → 독립 토폴로지) 노드 모델(Node Model) 과 버스 브랜치 모델 (Bus-Branch Model) 알고리즘에 적용하여 상호운용성을 검증하였다.

감사의 글

본 연구결과가 게재될 수 있도록 도와주신 IEC61850 10 Working 멤버분 및 제니스텍 직원에게 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- [1] I. Xtensible Solutions, "CIM Tutorial," CIM User Group Meeting, Salt Lake City, Utah, pp.87-89, Dec.2006.
- [2] A. W. McMorran, "An introduction to iec 61970-301 and 61968-11: The common information model," University of Strathclyde, UK, Specification formal / 97-02-25, Jan 2007.
- [3] G. M. Huang and N. K. C. Nair, "Static and dynamic CIM-XML documents for proprietary EMS," in Proc. IEEE Power Eng. Soc. General Meeting, vol. 2, pp. 1081 - 1086, July 2003.
- [4] A. W. McMorran, G. W. Ault, C. Morgan, I. M. Elders and J. R. McDonald, "A common information model (CIM) toolkit framework implemented in java," IEEE Trans. on Power Syst., vol. 21, pp. 194 - 201, Feb. 2006.
- [5] R. Mackiewicz, "Overview of IEC 61850 and benefits," in Proc. IEEE PES Power Systems Conference and Exposition PSCE'06, pp. 623 - 630, Oct. 2006.
- [6] T. S. Sidhu and P. K. Gangadharan, "Control and automation of power system substation using iec61850 communication," in Proc. IEEE Conference on Control Applications (CCA) 2005., pp. 1331 - 1336, Aug. 2005.
- [7] J. Rodrigues, L. Soldani and G. Wong, "First substation with IEC61850 commissioned in the americas," Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America, 2006. TDC '06. IEEE/PES, pp. 1 - 5, Aug. 2006.
- [8] 윤석열 "스마트그리드용 IEC61850 기반 변전소에서의 게이트웨이 개발" 전기학회논문지, 7월, Vol.60, No.7, pp.1324 - 1329, 2011.
- [9] NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards Release 1.0(Draft), http://collaborate.nist.gov/twikisggrid/bin/view/_SmartGridInterimRoadmap/PAP12DNP361850.
- [10] "Harmonization of IEC61970, 61968, and 61850 Models." EPRI, Palo Alto, CA:2006. 1012393.
- [11] J. Fan, H. Zhao, X. Wang, Y. Liu, and L. Ge, "A new design of modern power automation platform," IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition: Asia and Pacific, Dalian, China, pp. 1 - 5, Aug. 2005.
- [12] T. Kostic, O. Preiss and C. Frei, "Towards the formal integration of two upcoming standards: IEC 61970 and IEC 61850," IEEE Large Engineering Systems Conference on Power Engineering, pp. 24 - 29, May 2003.
- [13] Yemula Pradeep, "CIM and IEC61850 Integration Issues: Application to Power Systems," IEEE Trans, pp. 1 - 5, May 2009.
- [14] Yemula Pradeep, "CIM-Based Connectivity Model for Bus-Branch Topology Extraction and Exchange," IEEE Trans On smart Grid, Vol.2 No.2 June 2011.

저 자 소 개

윤 석 열 (尹錫烈)

광운대 제어계측공학 박사과정 수료
포스콘 기술연구소 책임연구원
현 제니스텍 대표이사
WG10 IEC61850 위원
IEC61850-90-3 표준기술연구회 위원

임 화 영 (任化永)

1946년 3월 18일 생. 1973년 한양대 공대 전기과 졸업. 1976년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1984년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1982년~1988년 광운대 공대 전기공학과 교수. 현재 광운대 공대 로봇공학과 교수
TEL : 02-940-5152
FAX : 02-914-6039
E-mail : yimhy@daisy.kwangwoon.ac.kr