

CIM 기반의 Distribution Automation System에 관한 연구

논 문
60-5-2

A Study About Distribution Automation System Based on CIM

이 희 주[†] · 서 정 일* · 한 주 현**
(Hee-Joo Lee · Jeong-Il Seo · Ju-Hyun Han)

Abstract - Distribution systems for operating the various systems should be operated organically. Distribution systems for organic operations extend the functionality of the system and system integration for the extension is doing. However, in systems integration for each unique non-standard definition of linkage and exchange systems are used. Non-standard definition of a unique linkage and exchange systems in the maintenance and expansion will result in many negative results. To solve these problems, the system and the exchange of information about the links between systems should define standards. IEC (International Electrotechnical Commission) power to solve these problems in the field of the Common Information Model (Common Information Model, CIM) standard (IEC61970, IEC61968) is defined as the transmission and distribution system integration and standardization for the exchange of information.. In this paper, standardized system for building CIM-based distribution automation system should describe the process of building. In addition, the process of establishing a common information model needed (CIM) defined and associated services for a defined set of models is proposed in the standardization process.

Key Words : Distribution Automation System, Studies About CIM Model And DAS System Model, Model Mapping, Extract Profile For DAS CIM Model, DAS CIM Database, CIM Tool, Generic Data Access

1. 서 론

배전계통운동을 위하여 배전자동화시스템(Distribution Automation System, DAS), 고객정보관리시스템(New Customer Information System, NCIS), 배전정보시스템(New Distribution Information System, NDIS), 계량정보시스템(Automatic Meter Reading System, AMR), 작업관리프로그램(Work Management Program), 네트워크운영시스템(Network Management System) 등의 다양한 시스템이 유기적으로 운영됨으로서 배전시스템의 안정적 운영에 필요한 기능을 수행하고 있다. 각 시스템들은 안정적 운영을 위해 시스템기능을 확장하고 있으며 확장을 위한 시스템간의 통합을 수행하고 있다. 시스템 간 통합을 위해 각 시스템들은 표준화되지 않은 각각의 고유한 연계정보의 정의 및 교환체계를 사용하고 있다. 이와 같은 표준화되지 않은 고유한 연계정보의 정의 및 교환체계는 많은 부정적인 결과를 초래한다. 예로 현재 한전에서 운영중인 배전계통운영시스템 중 배전정보시스템(NDIS)과 배전자동화시스템(DAS)간의 연계작업을 수행하여 배전자동화시스템(DAS)에서 관리하는 개폐기상태정보 및 고장정보를 NDIS시스템에 제공하여 NDIS시스템 기능을 개선하고 있다. 그러나 고유한 방식의 연계정보

정의 및 교환체계를 사용하고 있어 차후 연계정보가 확장되거나 변경이 필요할 경우 다시 연계정보포맷을 정의하고 시스템을 수정해야하는 결과가 발생한다. 이와 같은 표준화되지 않은 연계작업은 유지보수 및 다수의 새로운 시스템과 연계작업을 할 경우 연계 시스템수정에 따른 비용은 기하급수적($N*(N-1)$)으로 늘어나게 된다. 이와 같은 문제점들을 극복하고자 IEC에서는 전력분야의 공통정보 모델(CIM)을 표준(IEC61970, IEC61968)으로 정의하고 송배전시스템의 통합 및 정보교환을 위한 표준화를 유도하고 있다. 따라서 비표준화의 단점을 극복하기 위하여 배전자동화시스템에 표준화된 CIM을 적용한 CIM기반의 배전자동화시스템(DAS)을 구축하였다. 그리고 배전자동화시스템에 CIM을 적용하는 과정에 필요한 CIM 모델분석, CIM으로 제공할 배전자동화시스템의 모델선정, 배전자동화시스템의 CIM모델을 정의한 Profile생성, Profile기반의 CIM Database구축, CIM Database정보를 제공할 GDA(Generic Data Access Service) 구현의 표준화 과정을 제안한다. 이러한 일련의 제안한 과정

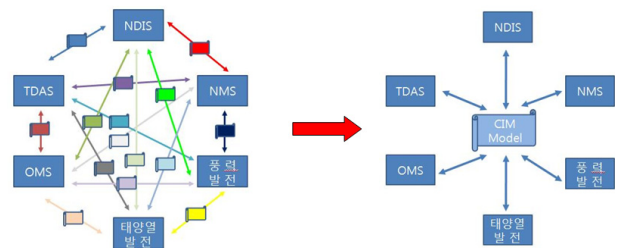


그림 1 배전계통 운영 시스템 정보 CIM Modeling
Fig. 1 CIM Modeling Information Distribution Operating System

† 교신저자, 정회원 : (주) 애니게이트 대리
E-mail : spdm2@anygate.com

* 정 회원 : (주) 애니게이트 대표

** 정 회원 : (주) 애니게이트 과장

접수일자 : 2010년 9월 28일

최종완료 : 2011년 4월 18일

에 대하여 연구하고 실제 배전자동화시스템에 적용한 과정을 설명한다.

2. 본 론

2.1 CIM 적용 표준화 방안

- IEC61970, IEC61968 CIM 모델 분석
- CIM 모델을 적용할 배전 계통 운영 시스템 분석 및 모델 선정
- CIM 모델과 배전 계통 운영 시스템 모델간의 Mapping 정보 정의
- CIM Model Database 구축
- IEC61970-403 Generic Data Access를 이용한 시스템 간 연계 정보 교환

2.1.1 IEC61970, IEC61968 CIM 모델 분석

전력시스템 전반의 표준모델제공을 위한 공통정보모델 CIM은 EPRI의 CCAPI(Control Center Application Program Interface) 프로젝트로부터 시작해 현재 IEC61970-Part301에 EMS(Energy Management System)관련 모델정보가 정의되어 있고, IEC61968-Part11에 배전관련모델 정보가 정의되어 있으며 IEC61970-Part301의 모델 정보를 확장한 형태로 정의되어 있다. CIM은 전력시스템의 모든 모델을 포함하는 데이터모델들의 추상정보클래스모음이다. 전력시스템 및 시스템운영을 포함하는 전반적으로 사용되는 전력시스템객체(Object)들을 표현하는 표준추상모델(Abstract 모델)이며, 발전분야, 배전분야, EMS, SCADA와 같은 운영영역이 다른 계통들 간의 연계 및 응용프로그램 통합을 지원한다.

- IEC61970 - CIM Base Set of Packages for EMS
- IEC61968 - System Interface of Distribution Management

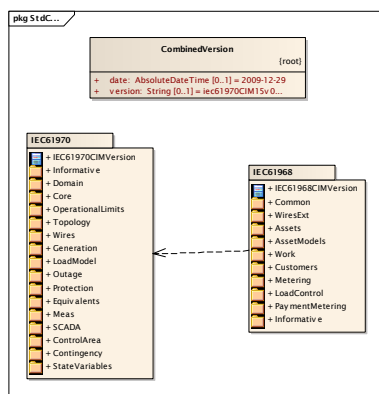


그림 2 CIM Package
Fig. 2 CIM Package

2.1.1.1 IEC61970 Part 301

IEC61970-Part301는 송전 및 발전(EMS)의 전력계통에 관련된 주요 객체들을 클래스로 나타내며 추상적인 모델로서 객체지향모델링기법으로 정의되어 있다. 각 모델들은 서로

로 밀접한 연관이 있는 모델은 Package형태로 구성된다. IEC61970-Part301에 포함된 주요Package는 다음과 같다.

- Domain - 클래스의 속성들에 대한 데이터타입 및 단위 정의
- Core - 모든 전력계통에서 사용되는 핵심클래스정의
- Topology - 전력계통설비의 물리적 연결성을 정의하는 클래스정의
- Wires - 전력계통의 전기적 특성정보 및 설비를 표현하는 클래스정의
- Meas - 전력계통에서 사용되는 측정데이터를 표현하는 클래스정의
- Scada - Scada 어플리케이션에서 사용되는 객체 클래스정의
- Protection - 계통보호를 위한 장비정보를 표현하는 클래스정의
- Outage - 고장정보를 표현하는 클래스정의
- Generation - 발전관련 물리적 설비에 관련된 클래스정의

2.1.1.2 IEC61968 Part 11

IEC61968-Part11은 배전전력계통에 관련된 주요객체들을 클래스로 나타내며 IEC61970-Part301의 모델정보를 확장하여 정의되어 있다. IEC61968-Part11 또한 추상적인 모델로서 객체지향모델링기법으로 정의되어 있다. 각 모델들은 서로 밀접한 연관이 있는 모델은 Package형태로 구성된다. IEC61968-Part11에 포함된 주요Package는 다음과 같다.

- Common - 배전전력계통에서 사용되는 공통클래스정의
- WiresExt - IEC61970에 정의되어 있는 Wire-Package를 확장하여 배전전력계통의 전기적 특성정보 및 설비를 표현하는 클래스정의
- Assets - 배전전력계통에서 사용되는 자산관련 클래스정의
- Work - 배전전력계통에서 작업에 대한 클래스정의
- Customers - 배전전력계통 수용가관련 클래스정의
- Metering - 배전전력계통에서 사용하는 계량기관련 클래스정의

2.1.2 CIM 모델을 적용할 배전계통 운영 시스템 분석 및 모델 선정

배전계통운영시스템은 각 시스템마다 상이한 모델정보를 관리한다. 또한 이 모델정보는 상이한 데이터 구조로 정의되어 있다. 연계를 위하여 각 시스템들은 연계에 필요한 정보를 선정해야하며 선정된 연계정보를 기준으로 모델을 포함하고 있는지 확인해야한다. 포함된 연계정보는 CIM모델과 Mapping할 수 있다.

2.1.3 CIM 모델과 배전 계통 운영 시스템 모델간의 Mapping 정보 정의

2.1.3.1 모델 Mapping

분석을 끝마친 배전계통 운영 시스템에서 선정된 연계정보를 기준으로 CIM 모델과 Mapping 작업을 한다. Mapping

작업이란 배전계통 운영 시스템의 모델과 CIM 모델을 연관 짓는 작업이다. Mapping을 하기 위해서는 먼저 선정된 연계 정보가 CIM 모델에 포함되어있는지 여부를 판단해야 한다. 그림 3과 같이 CIM 모델에 포함된 정보이면 기존의 CIM 모델을 사용하고 만약 CIM 모델에 없을 경우 그림 4와 같이 기존의 CIM 모델을 기반으로 CIM 모델을 확장하여 표현해야 한다. 그밖에 그림 5와 같이 CIM 모델에 속성을 추가하여 CIM 모델을 확장하거나 그림 6과 같이 연관 관계 또한 추가할 수도 있다.

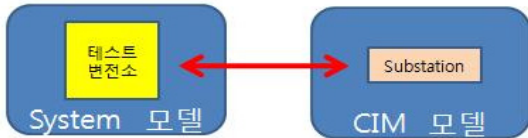


그림 3 기본 CIM 모델과 Mapping
Fig. 3 Mapping For Standard CIM

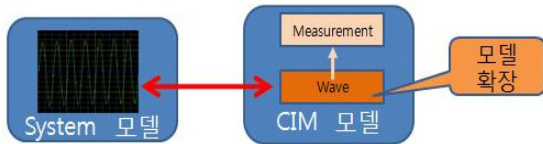


그림 4 확장 CIM 모델과 Mapping
Fig. 4 Mapping For Extension CIM

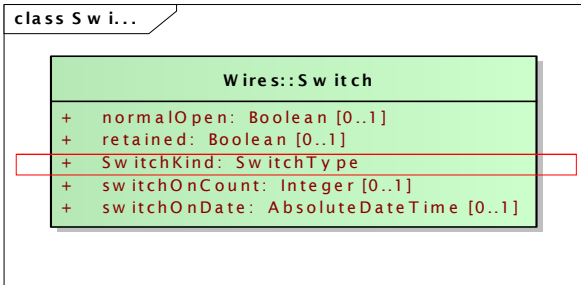


그림 5 Switch 모델에 SwitchType 속성 추가
Fig. 5 Switch model Add Property For SwitchType

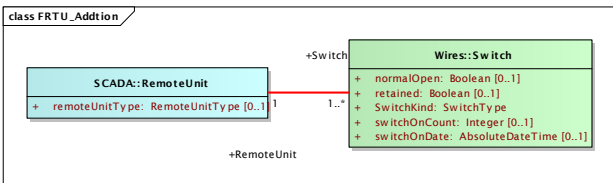


그림 6 Switch 모델과 RemoteUnit 모델에 연관성 추가
Fig. 6 Switch models and RemoteUnit models add association

CIM모델 확장은 기존의 CIM모델을 상속받아 새로운 CIM모델을 추가하여 확장하는 방법, 기존의 모델에 새로운 속성을 추가하는 확장방법, 마지막으로 모델간의 연관관계를 추가하는 확장방법 대하여 CIM모델 확장 법을 제한한다.

- 새로운 모델 추가 - 새로운 모델 추가 확장 범은 연계 정보모델이 배전운영 시스템의 모델에 존재하지만 CIM 모델에 없는 경우에 새로운 모델을 추가하여 연계정보를 표현한다. 확장 시 기존의 모델을 상속받아 확장하며 상속을 통해 상위모델의 정보를 모두 포함할 수 있다.
- 모델속성 추가 - 모델속성 추가 확장 범은 연계정보모델이 배전운영 시스템과 CIM모델에 모두 존재하지만 연계 정보모델에 포함된 속성정보가 포함되지 않을 경우에 CIM모델에 새로운 속성을 추가하여 표현한다. 속성정보 추가로 이 모델을 상속받은 하위클래스들이 추가한 속성정보를 사용할 수 있다.
- 연관관계 추가 - 연관관계 추가 확장 범은 연계정보모델이 배전운영 시스템과 CIM모델에 모두 존재하지만 모델 간의 연관관계가 없을 경우 추가한다.

위와 같은 규칙에 따라 배전운영 시스템과 CIM모델간의 Mapping 작업을 수행한다. Mapping 작업은 CIM UserGroup에서 제공하는 Opensource 기반의 Mapping Tool 을 사용한다.

2.1.3.2 Model Mapping Tool (Opensource Tool)

배전운영시스템모델과 CIM모델을 Mapping하기 위해서는 CIM-Tool이라는 Opensource기반의 Mapping-Tool을 사용해야 한다. CIM-Tool은 CIM-UserGroup에서 제공하는 IEC61970, IEC61968모델이 정의된 파일을 읽어 사용자가 CIM모델을 추출할 수 있는 Interface를 제공한다. CIM-Tool은 CIM모델클래스, 모델속성, 모델연관관계 정보를 추출 할 수 있는 기능을 제공한다. Mapping된 연계정보를 기반으로 연계모델을 정의한 Profile을 생성한다. 이 Profile은 XML-Format 기반의 XML(Extensible Mark-up Language)파일이며 Profile에 정의된 CIM모델정보로 CIM Database-Schema를 생성하여 모델정보를 관리한다.

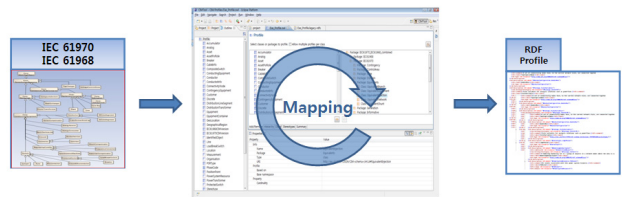


그림 7 CIM Model Mapping Tool
Fig. 7 CIM Model Mapping Tool

2.1.4 CIM Model Database 구축

연계정보를 정의한 후 정의된 정보를 타 시스템에 제공해야 한다. CIM모델기반의 배전운영시스템의 연계정보모델을 타 연계시스템에 제공하기 위해서 모델정보를 관리하는 Data스키마 및 저장소가 필요하다. CIM-Schema를 위한 관리저장소는 RDB(Relational Database)를 사용하여 구축하고 Data구조는 CIM모델에 맞는 Database스키마를 정의해야 한다. CIM-Database-Schema는 IEC61970, IEC61968에서 정의하는 CIM모델을 Database에 어떤 구조로 저장할 것인지 정한 것이다. 타 연계시스템은 CIM-Database를 조회하여

현재의 연계정보모델에 대하여 조회가 가능해야 하고 모델 정보로 실제의 모델-인스턴스(실제 모델 값)의 구조 및 연관관계에 대한확인 또한 가능해야 한다. 따라서 구축된 CIM-Database는 배전운영시스템을 CIM모델화한 모델클래스정보의 관리가 필요며 실제모델의 값인 인스턴스정보 및 인스턴스간의 연관관계 또한 관리가 가능해야 한다. 그래서 CIM-Database는 크게 모델클래스정보를 관리하는 CIM모델 관리테이블이 필요하고 모델인스턴스정보를 관리하는 모델별 인스턴스관리테이블, 마지막으로 연관 관계정보를 관리하는 모델간의 연관관계관리테이블을 구축해야 한다.

- CIM 모델 관리 테이블 - Mapping된 CIM모델클래스 정보를 관리한다.
- CIM 모델 테이블 - CIM모델클래스 별 실제인스턴스 정보를 관리한다.
- 연관 관계 테이블 - CIM모델클래스 별 연관관계를 관리한다.

2.1.5 GDA(Generic Data Access) Service를 이용한 연계 정보 교환

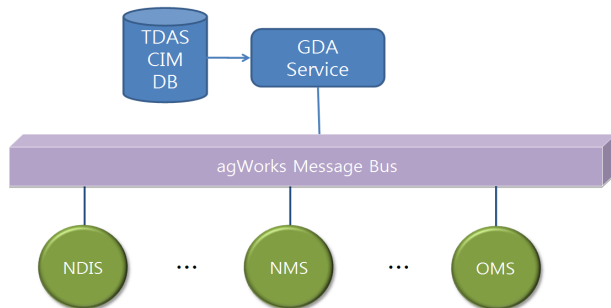


그림 8 GDA Service
Fig. 8 GDA Service

2.1.5.1 GDA(Generic Data Access) Service 정의

GDA(Generic Data Access)는 IEC61970-Part4에 정의되어 있는 여러 서비스들 중 하나이며 IEC61970-403에 정의되어 있다. GDA는 CIM모델의 모든 개체들에 접근할 수 있는 인터페이스를 제공하는 서비스이다. 크게 Read Access, Update Access, Change Notification Events 세 가지 카테고리 나뉘어 있다.

- Read Access - 조건에 따라 CIM모델정보를 얻는다.
- Update Access - CIM모델정보의 값을 변경한다.
- Change Notification Events - CIM모델정보가 변경이 되면 변경된 정보를 Client에게 알려준다.

2.1.5.2 GDA(Generic Data Access) Service를 이용한 시스템 간 연계 정보 교환

CIM-Database를 구축한 후 CIM-Database에서 관리되는 연계정보를 타 시스템에 제공해야한다. 연계정보모델의 제공은 IEC61970-403의 GDA기반으로 표준인터페이스로 제공을

해야 한다. 표준화된 GDA인터페이스 기반의 서비스를 제공함으로써 시스템연계작업이 간결해지고 일관된 처리과정으로 CIM모델데이터정보의 조회가 가능하게 된다. 시스템 간 연계정보를 제공하는 시스템은 GDA-Service를 제공하여 타 시스템에 연계정보를 제공하고 연계정보를 원하는 타 시스템은 GDA인터페이스로 연계정보를 조회하고 얻어 시스템에 반영한다.

2.2 CIM 적용 표준화 방안을 적용한 CIM 기반의 배전 자동화 시스템 구축

국내에서 최초로 배전시스템 중 실제 DAS모델을 선정하여 2.1의 CIM적용표준화방안에 근거하여 CIM기반의 통합을 위한 시스템을 구축하였다. DAS모델 중 연계모델을 선정하고 선정된 모델을 기반으로 CIM모델을 분석하였다. 분석된 CIM모델기반의 Profile을 정의하였고 정의된 Profile에는 변전소부터 MTR(Main Trasformer), DL(Distribution Line), 개폐기/차단기, 수용가, 수용가, 선로, 계측데이터 정보가 정의 되어있다. Profile을 기반으로 모델을 적용할 사업소를 선정하여 실제 운영 중인 DAS-Database를 정보기반으로 한 CIM-Database를 구축하였고 구축된 정보를 Service할 GDA서비스를 개발하였다. GDA서비스를 이용하여 타 시스템에서 DAS시스템에 접근하여 표준화된 CIM기반의 정보를 취득할 수 있도록 구현하였다.

- 배전자동화시스템모델을 적용할 IEC61970, IEC61968 CIM모델 분석
- CIM모델을 적용할 배전자동화시스템분석 및 모델 선정
- CIM모델과 배전자동화시스템모델간의 Mapping정보 정의
- 배전자동화 CIM-Model-Database 구축
- IEC61970-403 Generic-Data-Access를 이용한 시스템 간 배전자동화연계정보 교환

2.2.1 DAS (Total Distribution Automation System)

배전자동화시스템(Total Distribution Automation System or Distribution Automation System)은 광범위하게 산재되어 있는 배전설비를 컴퓨터 및 통신기술을 이용하여 배전사령실에서 배전설비에 대한 상태정보를 감시, 제어, 고장검출

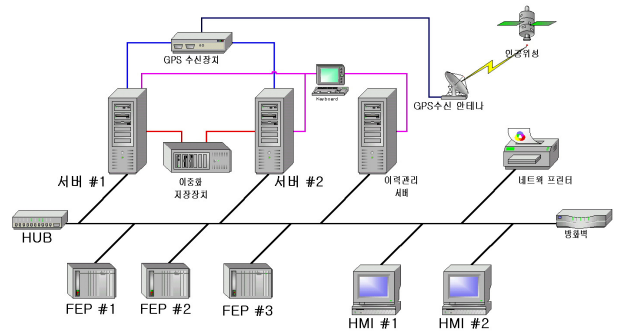


그림 9 종합 배전 자동화 시스템 구성
Fig. 9 Total Distribution Automation System Configuration

및 복구를 하는 종합시스템을 말한다. 변전소 CB(Circuit Breaker)에서 개폐기, 선로로 이어지는 배전망의 실시간 상태정보를 감시한다.

2.2.2 배전 자동화 시스템 모델 분석 및 모델 선정

DAS시스템은 모델정보를 Database에 포함하여 관리한다. DAS시스템의 Database를 DAS-database라고 부르며 각 모델정보는 테이블의 단위로 모델화되어 있다. DAS시스템에서 연계모델로 정의할 모델로 배전계통에서 사용되는 사업소, 변전소, DL(Distribution Line), Mtr(Main Transformer), CB(Circuit Breaker), 개폐기, 선로, 중요 수용가, RTU(Remote Terminal Unit), 계측데이터모델을 선정하였다.

- 사업소 - DAS Database MemberofOffice Table
- 변전소 - DAS Database subs Table
- Mtr - DAS Database mtr_bank Table
- DL - DAS Database dl Table
- CB - DAS Database sw_frtu Table
- 개폐기 - DAS Database sw_frtu Table
- RTU - DAS Database config_fep Table
- 계측 데이터 - DAS Database sw_measure Table
- 선로 - DAS Database sec Table
- 수용가 - DAS Database customer Table

2.2.3 배전 자동화 시스템을 위한 CIM 모델 분석

타 시스템에 제공할 연계정보를 선정할 후 이 선정된 모델들을 기준으로 CIM모델을 분석한다. 분석한 후 각 모델들이 CIM모델 중 어느 모델로 표현할지를 결정한다. DAS시스템에서 연계모델로 정의할 모델로 배전계통에서 사용되는 사업소, 변전소, DL(Distribution Line), Mtr(Main Transformer), CB(Circuit Breaker), 개폐기, 선로, 중요 수용가, RTU(Remote Terminal Unit), 계측데이터모델을 선정하였다. 다음은 DAS시스템에서 선정된 모델을 기준으로 CIM모델을 선정하였다.

- 사업소 - IEC61970 Core SubGeographicalRegion
- 변전소 - IEC61970 Core Substation
- Mtr - IEC61970 Wires PowerTransformer
- DL - IEC61968 Informative Circuit
- CB - IEC61970 Wires Breaker
- 개폐기 - IEC61970 Wires Disconnecter, IEC61970 Wires LoadBreakSwitch, IEC61970 Wires CompositeSwitch
- RTU - IEC61970 Scada RemoteUnit
- 계측 데이터 - IEC61970 Meas Measurement
- 선로 - IEC61968 WiresEx DistributionLineSegment
- 수용가 - IEC61968 Customers Customer

DAS시스템연계정보모델이 CIM모델에 없거나 모델정보가 부족할 경우 CIM모델을 확장하여 연계정보모델을 표현한다. 확장방법은 새로운 CIM모델을 추가하거나 기존의

CIM 모델에 새로운 속성을 추가한다. 또 CIM모델간의 연관관계가 필요한데 없을 경우 연관관계를 추가한다. DAS시스템 연계정보모델 중 확장한 모델은 개폐기 모델, 과형 계측데이터모델(Wave), 선로모델, 수용가모델을 확장하여 정의하였다.

표 1 확장 모델

Table 1 Extension Model

확장 모델	CIM 모델 명	CIM 확장 모델 명	확장 항목
개폐기 정보	IEC61970 Wires Swtich	IEC61970 Wires Switch	• SwitchType 속성 추가 • RemoteUint 모델 과 연관관계 추가
계측 데이터	없음	IEC61970 Meas Wave	• Measurement 모델 상속 • Wave 모델 추가
수용가 정보	IEC61968 Customers Customer	IEC61968 Customers CutomerFor Kepco	• Customer 모델 상속 • 중요도 및 특이사항 추가
선로 정보	IEC61968 WiresExt Distribution LineSegme nt	IEC61968 WiresEx Distribution LineSegmen tForKepco	• DistributionLine Segment 모델 상속 • 선로 용량 및 부하량 추가

2.2.4 배전 자동화 시스템 연계 정보 모델 Mapping

DAS 시스템에서 정의한 연계정보모델을 CIM모델과 Mapping하였다. 사업소, 변전소, DL(Distribution Line), Mtr(Main Trasformer), CB(Circuit Breaker), 개폐기, 선로, 중요수용가, RTU(Remote Terminal Unit), 계측데이터 모델 정보를 CIM모델의 SubGeographicalRegion, Substation, PowerTransformer, Circuit, Breaker, Switch, RemoteUnit, Measurement, CustomerFroKepco, DistributionLineSegment ForKepco 모델과 Mapping하였다. 표 2는 DAS 모델 중 Mapping 작업할 모델을 표로 정리한 것이다.

위의 연계정보를 기반으로 타 시스템에서 DAS시스템의 Topology정보를 조회가 가능하도록 IEC61970 Topology ConectivityNode 모델과 IEC61970 Core-Terminal 모델을 추가로 Mapping하였다. 아래 그림 11는 DAS시스템에서 표현하는 Topology정보이고 그림 12는 그림 1의 모델정보를

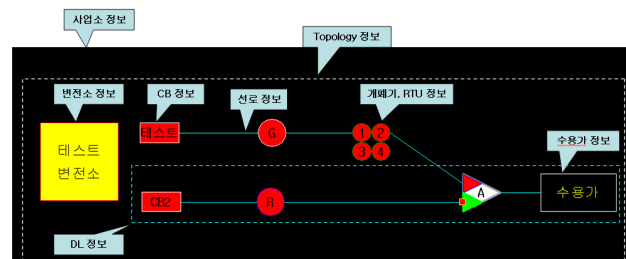


그림 10 Mapping 모델
Fig. 10 Mapping Model

표 2 Mapping 모델

Table 2 Mapping Model

모델 타입	DAS (Database)	CIM
사업소 정보	Office-MemberofOffice Table	IEC61970 Core SubGeographicalRegion
변전소 정보	Substation - subs Table	IEC61970 Core Substation
Mtr 정보	Mtr - mtr_bank Table	IEC61970 Wires PowerTransformer
DI 정보	DI - DI Table	IEC61968 Informative Circuit
개폐기 정보	CB - sw_frtu Table	IEC61970 Wires Breaker
	GA, GPS, MF-sw_frtu Table	IEC61970 Wires Disconnecter
	PAD, PCA, MF_PAD-sw_frtu Table	IEC61970 Wires CompositeSwitch
	RC - sw_frtu Table	IEC61970 Wires LoadBreakSwitch
RTU 정보	Rtu - config_fep	IEC61970 Scada RemoteUnit
계측 데이터	Measurement - sw_measure	IEC61970 Meas Measurement
수용가 정보	Customer - Customer Table	IEC61968 Customers CustomerFroKepco
선로 정보	Line - sec Table	IEC61968 WiresEx DistributionLineSegmentForkKepco
기타	연결성	IEC61970 TopologyConnectivityNode
		IEC61970 Core Terminal

기반으로 CIM모델 Topology정보를 표현한 것이다. 그림 12, 그림 11와 같이 DAS시스템의 Topology정보를 CIM모델화하여 타 시스템에서도 사용이 가능하도록 Topology모델 정보를 Mapping하였다.

- Terminal 모델 - Conducting Equipment 모델의 전기적 연결점을 표현하는 모델 개체.
- ConectivityNode 모델- Conducting Equipment 모델에 속한 Terminal의 연결성을 표현하기 위한 가상의 모델 개체.

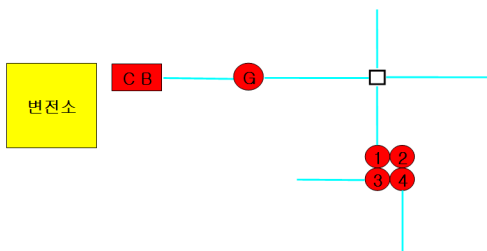


그림 11 DAS System Topology
Fig. 11 DAS System Topology

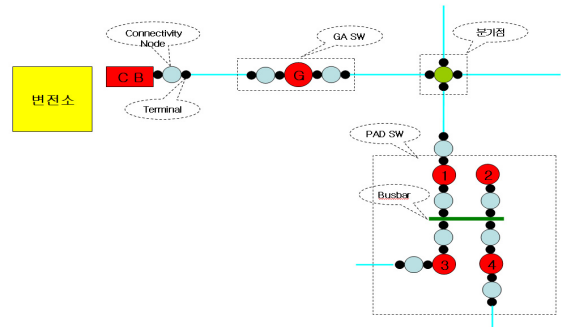


그림 12 CIM Model Topology
Fig. 12 CIM Model Topology

2.2.5 배전 자동화 시스템 연계 정보 모델 위한 CIM Database 구축

2.2.5.1 CIM Database 생성 Tool 개발

DAS시스템의 연계정보기반의 CIM-Database 구축을 위해서는 2가지 작업이 요구된다. 첫째로 DAS시스템 연계정보에 대한 CIM모델이 정의된 Profile로 CIM-Database-Schema를 생성해야 한다. 둘째로 DAS-Database에서 Profile에 정의된 모델의 인스턴스정보를 추출하여 CIM-Database에 입력해야 한다. 그러기 위해서는 CIM-Database-Schema를 생성하는 Tool과 DAS-Database에서 CIM-Database로 인스턴스의 정보를 입력하는 Tool개발이 요구된다. 따라서 아래와 같은 기능을 수행하는 Tool을 개발하여 CIM-Database를 생성할 수 있도록 하였다.

- CM Import Tool - CIM Database Schema 생성, Instance Data Import, Increment Data Import
- CM Export Tool - DAS Database에서 Instance Data 추출

2.2.5.2 배전 자동화 시스템 CIM Database 생성

정의한 DAS시스템의 연계정보를 기준으로 CIM-Database를 생성하였다. 생성된 CIM-Database는 CIM모델정보를 관리하는 테이블, CIM모델의 인스턴스정보를 관리하는 테이블, CIM모델 인스턴스들의 연관관계 정보를 관리하는 테이블로 구성하였다.

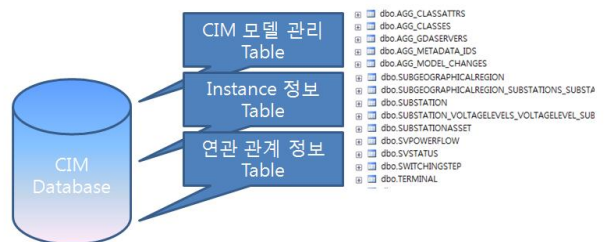


그림 13 DAS 시스템 연계 정보 CIM Database
Fig. 13 CIM Database For DAS system linkages

- CIM모델정보 관리테이블 - CIM모델클래스, CIM모델 클래스에 포함된 속성, CIM모델간의 연관관계정보를 관리할 수 있도록 구성되며 사업소, 변전소, DL(Distribution Line), Mtr(Main Trasformer), CB(Circuit Breaker), 개폐기, 선로, 중요 수용가, RTU(Remote Terminal Unit), 계측데이터의 모델정보를 관리한다.
- CIM모델인스턴스정보 관리테이블 - DAS시스템의 사업소, 변전소, DL(Distribution Line), Mtr(Main Trasformer), CB(Circuit Breaker), 개폐기, 선로, 중요 수용가, RTU(Remote Terminal Unit), 계측데이터모델의 인스턴스정보를 관리한다.
- CIM모델의 인스턴스간의 연관관계 정보관리 테이블 - 인스턴스간의 연관관계정보를 관리한다.

2.2.6 배전 자동화 시스템 CIM Database 정보를 제공할 GDA Service 구현

구축된 DAS시스템의 연계정보를 타 시스템으로 제공해야 한다. 타 시스템으로 연계정보를 제공하는 방법은 GDA Service를 이용해야 한다. Window-Service기반의 Service를 개발하였다. GDA-Service는 배전자동화시스템의 CIM Data를 검색하여 요청결과정보를 제공하는 GDA-Server와 타 시스템에서 배전자동화시스템의 CIM정보를 요청할 수 있는 GDA-Client로 구성된다. 타 시스템은 GDA-Client를 이용하여 CIM-Database에서 관리되는 DAS시스템 정보를 조회하고 이 정보를 기반으로 새로운 기능확장을 할 수 있다.

- GDA Server - 배전자동화시스템의 CIM정보를 조회하여 결과를 제공하는 서비스
- GDA Client - 배전자동화시스템의 CIM정보를 조회하기 위하여 타 시스템에서 사용해야할 API

2.2.7 통합 테스트

실제운영중인배전자동화(DAS)시스템 중 제주지사의 Database를 기반으로 통합테스트를 시행하였다. DAS모델 중 변전소, CB, 개폐기, 차단기, 선로, 수용가, 계측 데이터, 토폴로지 등의 모델을 선정하고 선정할 모델을 CIM과 비교하여 DAS Profile을 작성하였다.

```

<rdf:description rdf:about="MIScrete_maxValue">
  <class:stereotype rdf:resource="http://lamda.lamda.com.au/2005/08/attributed">
    <rdf:comment>Maximal value range maximum for any of the MeasurementValue-values. Used for scaling, e.g. in bar graphs or of telemetered raw
    <rdf:s:label>maxValue</rdf:s:label>
  </class>
  <class:datatype rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">
    <rdf:domain rdf:resource="MIScrete">
      <class:multiplicity rdf:resource="http://iec.ch/1552/1999/rdf-schema-extensions-19990226#1..1">
        <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22/rdf-syntax-ns#Property">
      </class>
    </rdf:domain>
  </class>
  <class:stereotype rdf:about="MIScustomerAgreement_ServiceDeliveryPoint">
    <class:stereotype rdf:resource="http://lamda.lamda.com.au/2005/08/attributed">
      <rdf:comment>MIS service delivery points regulated by this customer agreement.</rdf:comment>
      <rdf:s:label>ServiceDeliveryPoint</rdf:s:label>
      <class:innerSchemaName rdf:resource="MISServiceDeliveryPoint_CustomerAgreement">
        <rdf:usage rdf:resource="MISServiceDeliveryPoint">
          <rdf:domain rdf:resource="MIScustomerAgreement">
            <class:multiplicity rdf:resource="http://iec.ch/1552/1999/rdf-schema-extensions-19990226#1..1">
              <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22/rdf-syntax-ns#Property">
            </class>
          </rdf:domain>
        </class>
      </class>
    </class>
  </class>
  <class:stereotype rdf:about="MISInformative">
    <class:stereotype rdf:resource="http://lamda.lamda.com.au/2005/08/attributed">
      <rdf:comment>Positive sequence series reactance of the entire line section.</rdf:comment>
      <rdf:s:label>reactance</rdf:s:label>
      <class:datatype rdf:resource="MISreactance">
        <class:multiplicity rdf:resource="MISlineSegment">
          <class:multiplicity rdf:resource="http://iec.ch/1552/1999/rdf-schema-extensions-19990226#1..1">
            <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22/rdf-syntax-ns#Property">
          </class>
        </class>
      </class>
    </class>
  </class>

```

그림 14 DAS 시스템 Profile
Fig. 14 Das System Profile

DAS-Profile를 이용하여 배전자동화 CIM-Database를 스키마를 생성하였다. 생성된 CIM-Database에 제주지사의 배전자동화모델을 추출하여 제주Das-인스턴스-Xml파일을 생성하였고 CIM-Database에 입력하여 제주지사CIM Database를 구축하였다.

```

<class:db:ANALOGFORFEED
  <class:db:ASSET
    <class:db:ASSET_POWERSYSTEMRESOURCE:ASSETPOWERROLE:ASSET
    <class:db:ASSETSTRIPFILE
    <class:db:ASSETSPRFILE
    <class:db:ASSETSTRIPFILE_POWERSYSTEMRESOURCE:POWERSYSTEMRESOURCE_ASSETTO
    <class:db:BREAKER
    <class:db:BUSBARSECTION
    <class:db:CIRCUIT
    <class:db:CIRCUIT_CIRCUITSECTIONS_CIRCUITSECTION_CIRCUITS
    <class:db:CIRCUITSECTION
    <class:db:CIRCUITSECTION_POWERSYSTEMRESOURCES:POWERSYSTEMRESOURCE_CIRCUIT
    <class:db:COMBINATIONVERSION
    <class:db:COMBINATIONASSET
    <class:db:COMBINATIONCIRCUIT
    <class:db:COMBINATIONCIRCUIT_POINTS:COMBINATION_POINTS:COMBINATION_POINTS:COMMUNICATIONLINKS
    <class:db:COMPOSITEWITH
    <class:db:COMPOSITEWITH_SWITCHES:COMPOSITEWITH_SWITCHES
    <class:db:CONDUCTINGEQUIPMENT
    <class:db:CONDUCTINGEQUIPMENT_TERMINALS:TERMINAL_CONDUCTINGEQUIPMENT
    <class:db:CONDUCTOR
    <class:db:CONNECTIVITYNODE
    <class:db:CONNECTIVITYNODE_CONNECTIVITYNODECONTAINER.CONNECTIVITYNODECONTAINER
    <class:db:CONNECTIVITYNODE_TERMINALS:TERMINAL_CONNECTIVITYNODE
    <class:db:CONNECTIVITYNODECONTAINER
    <class:db:CONTINUINGEQUIPMENT
    <class:db:CUSTOMER
    <class:db:CUSTOMER_CUSTOMERS:CUSTOMERCUSTOMERS:CUSTOMERCUSTOMER_CUSTOMERS
    <class:db:CUSTOMER_CUSTOMERS:METERREADINGS:METERREADINGS_CUSTOMERS:METERREADINGS
    <class:db:CUSTOMERCUSTOMER_SERVICEDELIVERYPOINTS:SERVICEDELIVERYPOINTS_CUSTOMERS
    <class:db:DISCONNECTOR
    <class:db:DISCRETE
    <class:db:DISCRETE_DISCONNECTOR
    <class:db:DISTRIBUTIONMESSUREMENT
    <class:db:DISTRIBUTIONMESSUREMENTFORFEED
    <class:db:ELECTRONICADDRESS

```

그림 15 CIM Database, 제주 지사 CIM 모델 인스턴스
Fig. 15 CIM Database, CIM Instance For Jeju Das

제주지사CIM-Database의 정보를 타 시스템에 제공하기 위하여 GDA-Service를 구성하였다. 구성된 정보를 타 시스템에서 요청하여 결과를 제공받을 수 있도록 하였다. 그림 16은 통합테스트로 제주지사의 CIM모델정보와 모델의 속성정보를 얻어오는 화면이다.

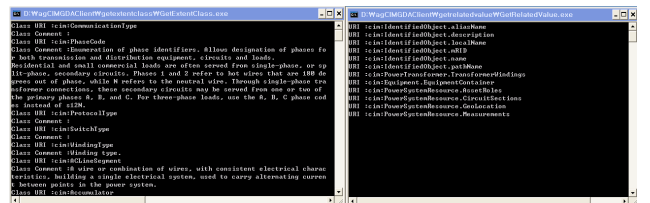


그림 16 GDA Service Test
Fig. 16 GDA Service Test

2.2.8 결과

배전자동화시스템의 연계정보를 CIM모델로 정의함으로써 다음과 같은 이점이 있다.

- 연계모델정의의 시간 및 비용을 절감할 수 있다.
- 시스템 간 명확하고 일관된 연계정보모델정의가 가능하다.
- 연계시스템모델의 변경 및 확장에 따른 연계모델정보의 확장이 쉽다.
- 연계시스템 간의 데이터교환 시 데이터변환에 따른 비용을 절감할 수 있다.
- 배전자동화시스템담당자와 타 연계시스템담당자 간의 연계정보에 관련된 의사소통이 수월해진다.
- 표준화된 연계서비스를 이용이 가능하다.

3. 결 론

시스템이 발전함에 따라 배전계통운영시스템들은 각자의 고유한 기본기능뿐만 아니라 타 시스템정보를 이용하여 각자의 시스템을 개선하고 확장하고 있다. 따라서 배전계통운영시스템 간의 정보교환이 활발해지고 이에 따른 수많은 연계정보의 정의가 필요하게 된다. 하지만 기존의 시스템 간의 정보교환에 있어서 각 시스템 간 상이한 정보를 시스템별로 표준이 없이 정의하여 사용해 왔고 이에 따라 시스템 간 연계정보 정의와 연계정보제공에 많은 비용을 감수해야 했다. 국내의 배전자동화시스템 또한 같았다. 시스템정보를 타 시스템에 제공해야하는 경우가 점점 증가하고 표준화되지 않은 방식으로 정보를 연계함에 있어 많은 연계 비용이 발생하였다. 그래서 표준화된 CIM모델과 GDA-Service를 이용할 필요가 생겼다. 따라서 위에 제시된 CIM연계과정을 통하여 CIM기반의 배전자동화시스템을 구축하여 타 시스템에 제공할 수 있는 CIM기반의 배전자동화시스템이 완성되었다. CIM기반의 배전자동화시스템이 완성됨에 따라 표준화된 CIM모델을 이용하여 연계시스템간의 모델변경 및 확장이 수월해지고 변경된 내용을 Profile로 교환하여 서로의 이해 및 신뢰도를 높이게 되었다. 그리고 GDA-Service를 이용하여 배전자동화CIM모델의 탐색이 가능하게 하여 타 시스템에서 필요한 연계정보를 가변적으로 취득할 수 있게 되어 보다 향상된 배전자동화시스템이 구축되었다. 더 나아가 본 논문에 제시된 CIM연계과정을 통해 배전자동화뿐만 아니라 타 NIDS, NCIS, NMS등의 시스템에 적용하여 CIM기반의 시스템을 구축함에 따라 배전계통운영시스템 전체의 유기적인 통합을 얻을 수 있을 것을 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] IEC61970 Part 301 - Common Information Model (CIM) Base
- [2] IEC61970 Part 403 - Generic Data Access(GDA)
- [3] IEC61970 Part 501 - CIM RDF Schema
- [4] IEC61968 Part 11 - Common Information Model (CIM) Extensions for Distribution
- [5] IEC61968 Part 13 - CIM RDF Model exchange format for distribution
- [6] CIM UserGroup-<http://cimug.ucaiug.org>
- [7] CIM Tool-<http://www.cimtool.org/>
- [8] RDF Site-<http://www.w3.org/RDF/>

저 자 소 개



이 희 주 (李 熙 周)

성공회대학교 소프트웨어공학 학사
(주) 애니게이트 대리



서 정 일 (徐 正 一)

부산대학교 전기공학 졸업
부산대학교 대학원 전기공학 졸업
부산대학교 대학원 전기공학 박사과정
수료
(주) 애니게이트 대표이사



한 주 현 (韓 柱 鉉)

중부대학교 컴퓨터공학 학사
(주) 애니게이트 과장