

CIM 기반 Network Modeler 설계

정남준[○] 양일권 고종민 **오도은**
한전 전력연구원

A Design of CIM based Network Modeler

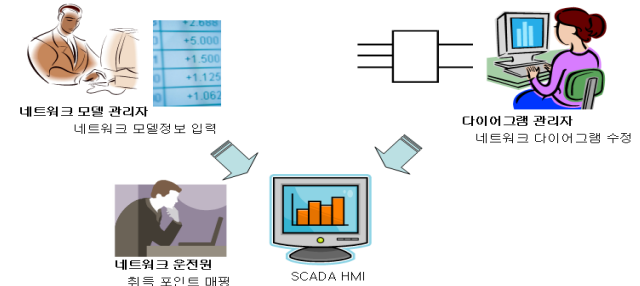
Nam-Joon Jung[○], Il-Kwon Yang, Jong-Min Ko, Do-Eun Oh
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - 네트워크 모델러(Network Modeler)는 EMS 시스템에서 전력 네트워크 토폴로지(Network Topology)를 입력하기 위한 도구이다. 네트워크 모델러는 토폴로지 정보를 입력하여 모델을 생성하고 변경하는 일과 네트워크 다이어그램을 생성하는 일 등을 처리한다. 모델을 생성하기 위해 계통요소를 나타내는 심벌을 마우스로 움직여 화면에 배치하고 각 요소의 파라미터를 설정하며 작성된 전력계통 구성이 올바른지 검사하는 기능도 수행한다. 네트워크 모델러는 주로 EMS에서 사용되었고 SCADA 시스템에서는 사용되지 않았으나, 최근 개발되고 있는 SCADA 시스템은 네트워크 모델러를 함께 포함하여 시스템의 기능을 향상시키고 있다. 그러나 기존의 Network Modeler가 EMS 시스템 개발 벤더에 따라 다른 데이터 구조를 가지고 있어서 데이터의 상호운용성이 떨어지고, 입력방법에 있어서도 자동화 및 자료 연계가 미흡하여 관리에 많은 시간이 소요되는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 CIM 기반으로 정의된 데이터 모델을 사용자가 그래픽 다이어그램을 이용하여 쉽게 네트워크 토폴로지를 정의하도록 하고, 입력정보의 상호운용성이 향상된 CIM 기반 Network Modeler를 설계한 내용을 설명하도록 한다.

이터베이스에 입력.

④ 엔지니어는 에러를 검출하기 위해 데이터베이스 유효성 검사 S/W(database validation software)를 구동. 이 S/W는 비정상적인 상태를 검사한다. 예를 들면, 변압기로 연결되지 않았는데 다른 전압 레벨로 설비가 연결되어 있는 경우, 엔지니어는 유효성 검사를 실시하여 에러가 있을 경우 에러를 수정하기 위해 ② 또는 ③단계부터 다시 진행한다.

⑤ 모든 에러를 확인한 후, 엔지니어는 모델을 On-line 데이터베이스에 적제. 그리고 나서 study power flow와 state estimator 프로그램을 구동시켜 모델을 시험한다. 엔지니어는 적정성을 판단하기 위해 조류계산 결과를 확인한다. 또한 state estimator 프로그램에서 측정값의 분산을 확인한다. 만약 에러가 발생하면, 엔지니어는 다시 ② 또는 ③단계부터 진행한다.[1]

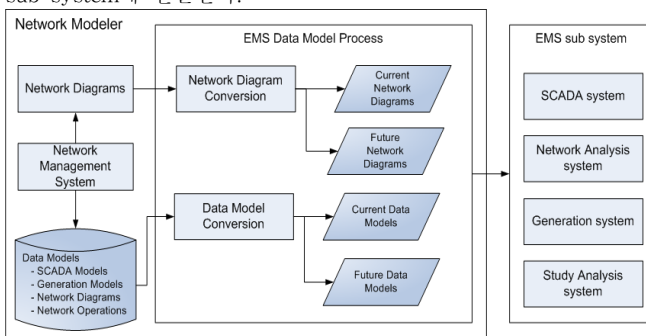


〈그림 2〉 기존의 네트워크 정보 입력방법

1. 네트워크 모델러의 기능 및 설계 시스템과의 차이점

1.1 네트워크 모델러의 일반 기능

EMS 애플리케이션 데이터베이스를 구축하는 데에는 많은 노력이 필요하다. 개별 변전소에 대한 모델링이 필요한데, 보통 전력계통은 수백 개의 변전소로 구성되어 있고 입력데이터의 모델 또한 다양하여 이에 대한 인력과 시간의 투입이 막대하다. 네트워크 모델러는 그림 1과 같이 EMS 시스템을 운영하는데 있어, 네트워크 토폴로지를 정의하기 위한 도구로서, 보통 Network Management System을 두어 모델을 생성하고 변경하는 일, Network Diagram을 생성하는 일을 처리한다. 프로세스 내부에서는 변환 등을 통해 현재 또는 미래 계통의 데이터를 각 EMS sub system에 전달한다.



〈그림 1〉 EMS에서의 Network Modeler

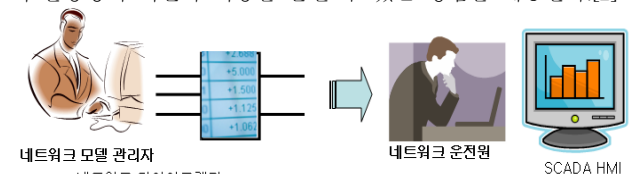
기존 Network Modeler에서는 일반적으로 다음과 같은 단계를 거쳐 데이터를 구축하게 된다.

- ① 데이터베이스 엔지니어가 전력계통 모델(전력계통 요소의 이름 및 파라메타 : 발전기, 선로, 스위치, 변압기, 부하 등)을 수집.
- ② 데이터베이스 엔지니어가 네트워크 토폴로지 데이터베이스를 구축. 이 작업에는 전력계통 요소들 간의 연결 관계를 정의하는 것도 포함되는데, from node와 to node를 갖는 전력계통 요소들, 즉, net list를 정의한다.
- ③ 전력계통 요소의 속성값(attribute)도 텍스트 파일 형태로 데

1) 전로일 경우 이름, 전압 범위, 소유자, 저항, 리액턴스 값 등이다.

1.2 CIM 기반 Network Modeler의 개선점

해마다 증가하고 있는 전력설비의 입력을 간소화하고 입력정보의 유용한 활용을 위해서는 새로운 모델이 추가시 모든 과정은 간단히 처리되어야 하는데, CIM 기반 Network Modeler는 기존 입력과정의 ① ② ③ ④ 단계를 간략화하고, 상호운용성을 강화하고자 고안되었다. CIM(Common Information Model)은 IEC TC57에서 제정한 전력계통 구성요소에 대한 데이터모델이다. 전력계통과 관련된 애플리케이션간에 정보를 교환하기 위해 사용되는 데이터의 모델과 그 연관관계를 상세하게 UML을 사용하여 정의하고 있다. CIM 기반으로 데이터 모델이 구축된 환경에서 CIM 기반 Network Modeler는 EMS 또는 SCADA 시스템에서의 연계 활용도 용이해진다. 또한 데이터베이스 엔지니어가 아닌 실제 네트워크 운전원에 의하여 계통요소를 그래픽으로 시각화하여 화면에 나타내므로 입력에 의한 오류를 즉시 확인할 수 있어 운용상의 시간과 비용을 줄일 수 있는 장점을 제공한다.[2]



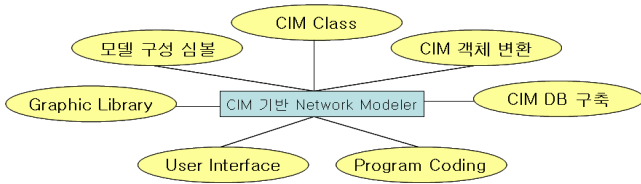
〈그림 3〉 그래픽 기반 네트워크 모델러 사용

2. CIM 기반 네트워크 모델러

2.1 시스템 구성요소

CIM 기반 네트워크 모델러의 시스템 구성요소는 아래와 같이 네트워크 모델 구성요소 심벌, CIM 클래스, 회로의 CIM 객체 변환, 그래픽 라이브러리, 화면설계, 프로그램 코딩 및 DB 구축 등의

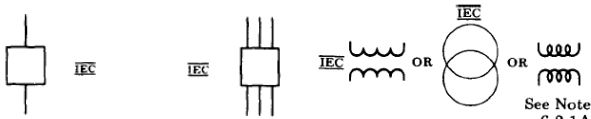
Activity로 구성된다.



〈그림 4〉 시스템 개발 Activity

2.2 네트워크 모델 구성 요소

변전소 다이어그램을 구성하는 네트워크 모델인 계기용변압기, 단로기, 차단기, 스위치, 주변압기 등 다양한 구성요소들을 그래픽으로 표현하기 위해 표준 규격은 IEEE Std 315-1975 : Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams를 적용하였다[3]. 다음은 대표적으로 사용된 심볼을 나타낸다.

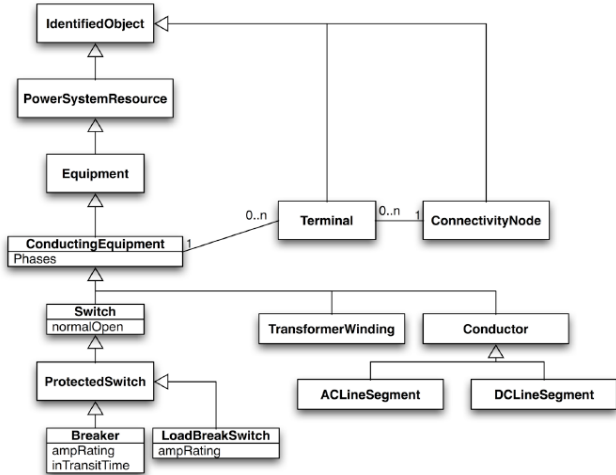


차단기(CB: Circuit Breaker) 2권선 변압기

〈그림 5〉 네트워크 모델 구성 심볼 사용 예

2.3 CIM 클래스

CIM은 객체지향 모델링 방법을 사용했기 때문에 모든 구성요소는 클래스로 정의되어 있다. CIM 데이터 모델링은 이들 클래스 간의 상속(Inheritance), 연관(Association), 집합(Aggregation), 구성(Composition) 관계를 이용하여 표현된다. CIM의 모든 클래스는 IdentifiedObject 클래스를 상속받아 구현된다. 차단기의 경우, 차단기는 하나의 전력계통 구성요소로 볼 수 있기 때문에 Power System Resource이고 Equipment이며, Conducting Equipment, Switch 라고 볼 수 있다. CIM에서는 이러한 관계를 아래 [그림 6]과 같은 클래스 구조로서 나타내고 있다.[4]



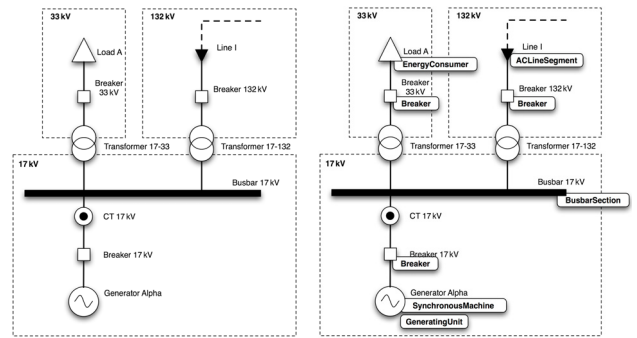
〈그림 6〉 CIM 클래스 구조

CIM에서는 직접 컴포넌트 간에 연결하지 않고 Terminal과 ConnectivityNode를 이용하여 연결 관계를 정의한다. Terminal은 연결이 가능한 노드를, ConnectivityNode는 Terminal을 연결하기 위한 연결점을 의미한다.

2.4 회로의 CIM 객체 변환

아래 그림은 왼쪽의 변전소 간선도를 CIM 객체로 변환한 예이다. 아래 간선기 그림은 1개의 발전기와 부하, 선로, 부스바를 포함하고 있다. 또한 두 개의 전력변압기를 가지고 있어서 17kV, 33kV, 132kV 세 개의 전압레벨을 가진다. 부하, 선로, 차단기는 CIM의 EnergyConsumer, ACLineSegment, Breaker 클래스로 표시된다. Generator Alpha는 Conducting equipment에 속하는 SynchronousMachine로 표시된다. 만약 발전기로서 동작을 나타내기 위해서는 GeneratingUnit 개체로 표현하여

SynchronousMachine과 연결 관계를 갖도록 한다.[4] 다음 그림 7은 두 개의 변압기와 전류변압기를 뺀 나머지 개체에 대한 CIM 클래스 매핑을 나타낸다.



단선도의 예 → 부분적인 CIM 클래스 매핑

〈그림 7〉 간선도의 CIM 객체 변환 예

2.5 그래픽 라이브러리

네트워크 모델러는 사용자 편의성을 위해서 그래픽 기반의 사용자 인터페이스를 갖는다. 그러나 그러한 사용 편리성에 비해 개발 측면에서 그래픽 처리를 하는 것은 상당히 복잡한 작업을 수반한다. 즉 마우스 이벤트와 화면표시 연결선 연결 등의 작업을 위해 사용자에게 보이지 않는 많은 처리과정이 내부에서 발생하게 된다. 일반적으로 그래프라는 것은 노드라고 불리는 정점과 선으로 이루어져있어서, 보통의 그래픽 라이브러리에서는 각 그래픽요소를 셀(cell)로서 정의한다. 그래픽 라이브러리는 드래깅, 셀 복사, 크기변경, 모양변경, 연결, 연결 끊기 등을 지원한다. 이와 같은 기능은 일반적인 그래픽 편집 툴에서 공통적으로 사용되는 것이며, 이러한 그래픽 편집 라이브러리로 JGraph와, Visual Library, GEF²⁾ 등이 있다. 본 연구에서는 이클립스 GEF를 그래픽 라이브러리로 활용했다.[5]

2.6 화면설계 및 프로그램 코딩, DB 구축

개체 팔레트의 Select 툴을 이용하여 사용자가 원하는 컴포넌트를 선택해 드로잉 영역에 원하는 위치에 끌어다 놓기만 하면 개체가 생성되도록 쉬운 GUI 환경을 제공한다. 한 개의 드로잉 파일은 하나의 변전소에 해당하며, CIM이 가지고 있는 장비의 속성 변경이 가능하다. 프로그램은 Java로 작성하여 플랫폼에 독립적인 환경을 구현한다. Java VM³⁾이 설치된 곳이라면 어디에서든지 동일하게 실행가능하며, 현재 Java VM은 유닉스뿐만 아니라 Windows, Macintosh에서 설치가 가능하다. CIM Network Modeler를 이용하여 데이터를 입력하기 전에 선행조건으로 데이터베이스 테이블 설계 및 구축이 완료되어야 한다. 이는 기존 Network Modeler에 의한 방법에서도 마찬가지이다. 다만 공통정보모델의 DB 구조를 활용하기 때문에 호환 및 어플리케이션 적용이 용이해진다.

3. 결 론

본 논문에서는 네트워크 모델러(Network Modeler)의 기능을 강화하여 전력정보 표준 모델인 CIM 기반의 시스템으로 구현하는 방안을 설계하였다. CIM 기반의 네트워크 모델러의 개발은 운영자의 편의성 증진은 물론이고 EMS 연계 어플리케이션을 추가 개발시 기존 제조회사에 종속되지 않아 시간과 비용을 절감하는 효과가 있으며, EMS 뿐만 아니라 SCADA 시스템에서도 활용이 가능하게 된다.

[참 고 문 헌]

[1] IEC standard 61970-301-EMS-API CIM base
 [2] CIM Data Views for Bulk Power Systems, EPRI, 1999
 [3] IEEE Std 315-1975 : Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams, IEEE, 1993
 [4] Alan W.McMorran, An Introduction to IEC 61970-301 & 61968-11: The Common Information Model, University of Strathclyde. 2007
 [5] http://wiki.eclipse.org/index.php/Graphical_Modeling_Framework

2) GEF : Graphic Editing Framework
 3) VM : Virtual Machine